

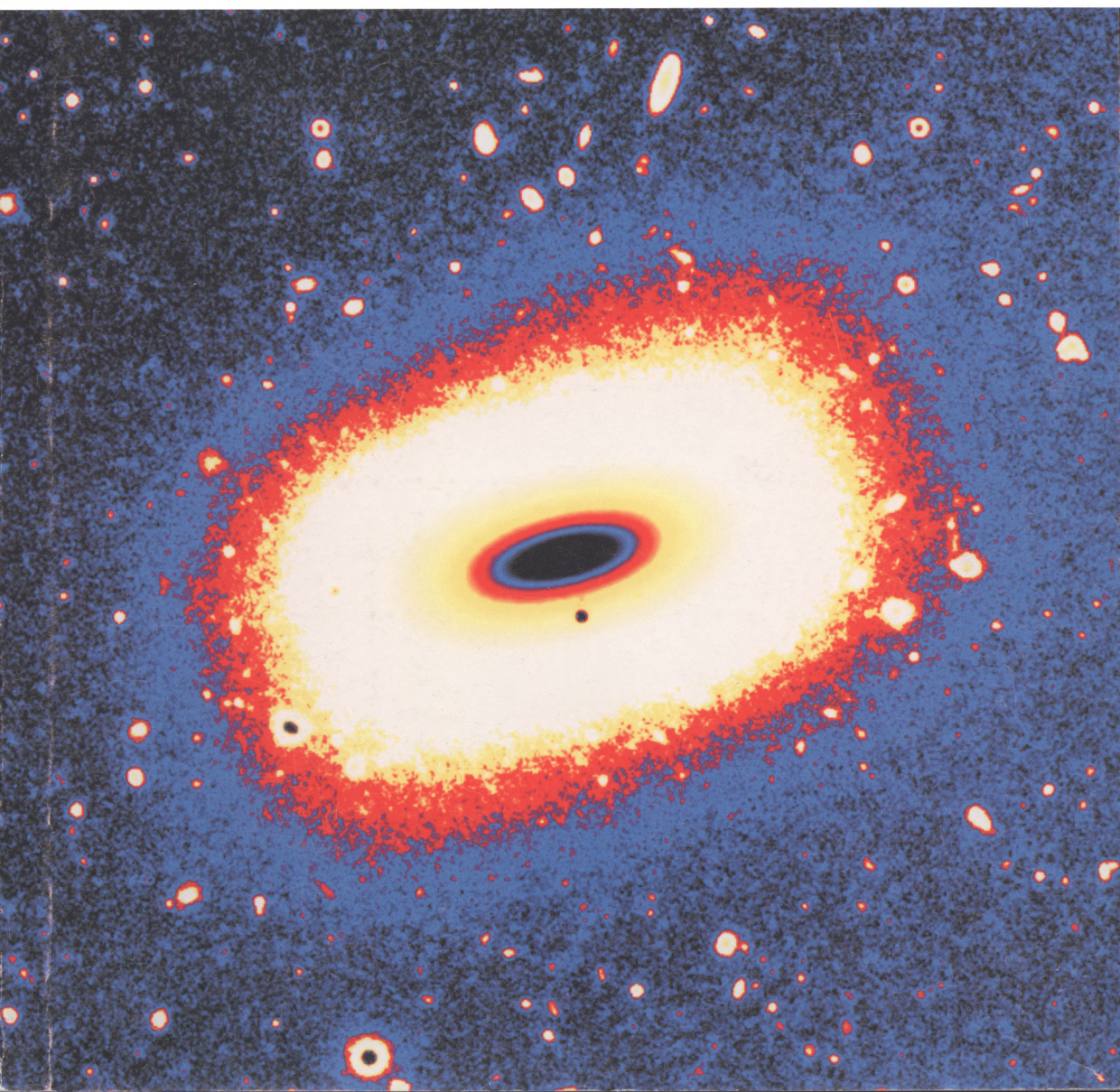
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

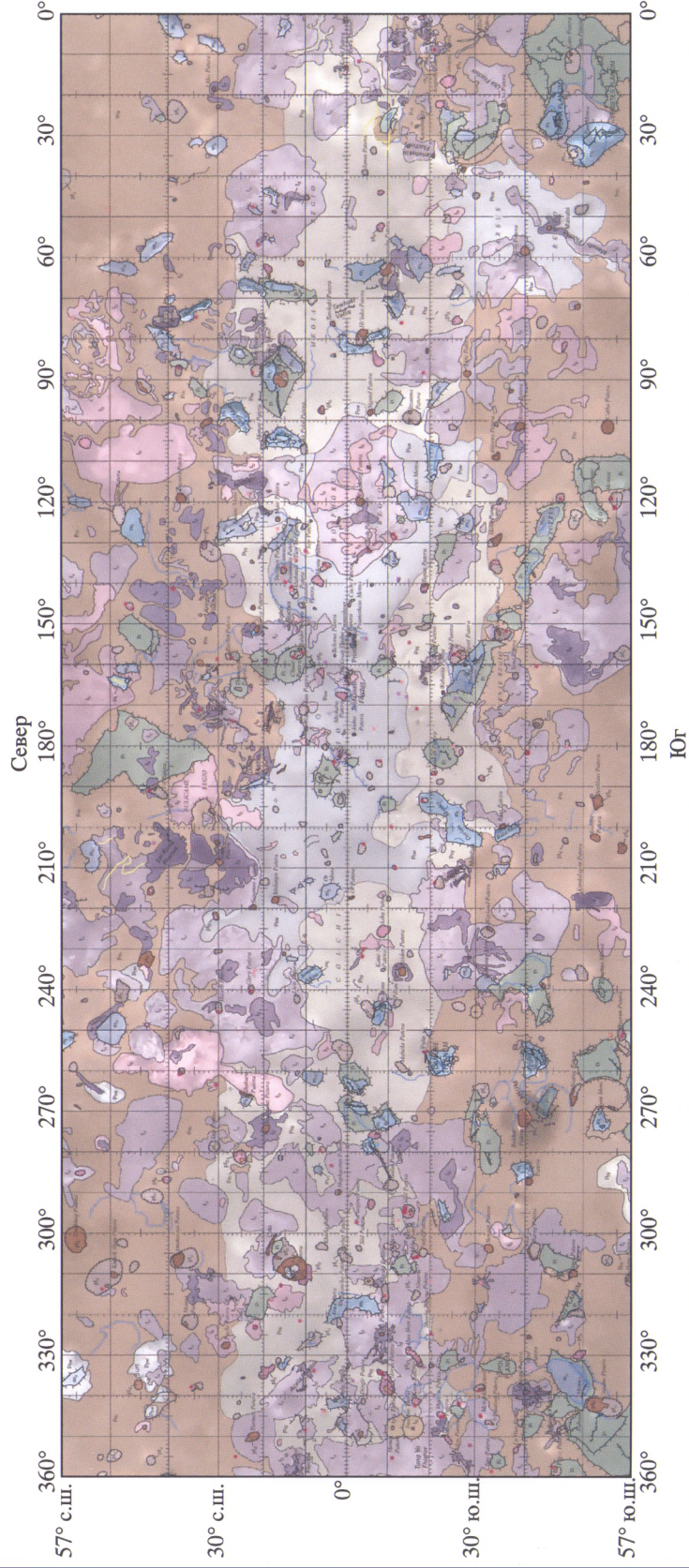
КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ИЮЛЬ-АВГУСТ

4/2012



Геологическая карта спутника Юпитера Ио



Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

4/2012



Новости науки и другая информация: Планы российских ученых по исследованию космоса [16]; Геологическая карта Ио [18]; Солнце в феврале – марте 2012 г. [19]; Магнитные трубки – причина выбросов солнечной плазмы [22]; Проект космического лифта [63]; Обнаружена прямоугольная галактика [72]; Новый спуск в Марианскую впадину [103]; Самая подробная карта поверхности Марса [105]; Космическая археология [109]

Новые книги: Космонавтика для детей (В.Л. Горьков, Ю.Ф. Авдеев. Космическая азбука) [45]; Издания РКК “Энергия” им. С.П. Королёва (РКК “Энергия” им. С.П. Королёва. Первое десятилетие XXI века; Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы).

В номере:

3 НЕФЕДЬЕВ Ю.А., ШИМАНСКИЙ В.В. Новые горизонты изучения звездных атмосфер

ЛЮДИ НАУКИ

23 Памяти Ефрема Павловича Левитана

32 ЕРЕМЕЕВА А.И. Клавдий Птолемей (к 1925-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

46 ЗАКУТНЯЯ О.В. Планетный симпозиум: новые вопросы к спутникам

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

53 ЛЕСКОВА Н.Л. “Рано хоронить космонавтику”

ИСТОРИЯ НАУКИ

64 ШКУРАТОВ Ю.Г. Георгий Мелихов – астроном-любитель и художник

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

73 АЛЕКСАНДРОВ Ю.В. Астрономия в средней школе Украины

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

80 РУБЦОВ В.В. Тунгусский метеорит: на пути к забвению

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

90 ПЕЦЫК А.Е. Постройка 18-дюймового телескопа “Фомальгаут”

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

98 ЦИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: сентябрь – октябрь 2012 г.

106 ПАХОМОВ А.Г. Слово об учителе

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

110 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Землетрясения в Республике Тыва



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2012 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Edition V.K. Abalakin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov

На стр. 1 обложки: Эллиптическая пекулярная галактика LEDA 074886 в созвездии Эридана (примерно в 70 млн св. лет от нас). Галактический центр выделен белым цветом, чтобы показать внутренний диск диаметром 978 св. лет, размер внешнего квадратного кольца красного цвета – 10,5 тыс. св. лет. Синтезированное изображение получено в 2011 г. с помощью 10-м телескопа Кекс и 8,3-м телескопа Subaru, Обсерватория Мауна Кеа (Гавайи; к стр. 72).

На стр. 2 обложки: Геологическая карта спутника Юпитера Ио. Масштаб 1:15 млн (1 мм = 15 км). Геологическая служба США. 2011 г. NASA/JPL (к стр. 18).

На стр. 3 обложки: Эмиссионная туманность Ориона (M42, NGC 1976), находящаяся в 1600 св. лет от нас. Новорожденные звезды скрыты в светящемся горячем газопылевом облаке. Инфракрасное изображение составлено 29 февраля 2012 г. из снимков, полученных космическими обсерваториями “Спитцер” (синий цвет, длина волны – 8 и 24 мкм) и “Гершель” (зеленый и красный, 70 и 160 мкм). Фото NASA/JPL, ESA.

На стр. 4 обложки: Сомbrero (M104, NGC 4594) – одна из крупнейших спиральных галактик (размером 50 тыс. св. лет) ближайшего к нам скопления галактик в Деве находится в 28 млн св. лет. Темный пылевой пояс закрывает среднюю часть галактики в видимом свете, ярко светящуюся в инфракрасных лучах. Синтезированное изображение составлено 11 марта 2012 г. из снимков, полученных КТХ и космической обсерваторией “Спитцер”. Фото NASA/JPL.

In this issue:

- 3 NEFEDYEV Yu.A., SHIMANSKY V.V. New Horizons in Studies of Stellar Atmospheres

PEOPLE OF SCIENCE

- 23 In Memory of Efrem Pavlovich Levitan
32 EREMEYEVA A.I. Claudius Ptolemaeus (to the 1925th Anniversary of Birth)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 46 ZAKUTNYAYA O.V. Planetary Symposium: New Questions to Satellites

OUR INTERVIEWS

- 53 LESKOVA N.L. It's Too Early to Bury Cosmonautics

HISTORY OF SCIENCE

- 64 SHKURATOV Yu.G. Georgiy Melikhov – Amateur Astronomer and Painter

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 73 ALEKSANDROV Yu.V. Astronomy in Ukrainian School

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 80 RUBTSOV V.V. Tunguska Meteorite: on the Way to Oblivion

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 90 PETSUK A.E. Building the 18-inch “Fomalhaut” Telescope

AMATEUR ASTRONOMY

- 98 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: September – October 2012

- 106 PAKHOMOV A.G. A Word about the Teacher

CHRONICLES OF THE EARTH'S SEISMICITY

- 110 STAROVOYT O.E., CHEPKUNAS A.S., KOLOMIETS M.V. Earthquakes in Tuva in February – March 2012

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,

доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ, кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,

член-корр. РАН А.А. МАЛОВИЧКО, доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ,

член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,

доктор физ.-мат. наук М.В. РОДКИН, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,

кандидат физ.-мат. наук О.С. УГОЛЬНИКОВ, член-корр. РАН В.П. САВИНЫХ,

академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Новые горизонты изучения звездных атмосфер

Ю.А. НЕФЕДЬЕВ,
доктор физико-математических наук
В.В. ШИМАНСКИЙ,
кандидат физико-математических наук

В статье представлен обзор современных работ в области наблюдательных и теоретических методов анализа строения звезд и звездных систем, использования в них новейших результатов атомной спектроскопии, физики плазмы и ядерных процессов. С начала XXI в. произошло резкое увеличение точности исследований астрофизических объектов, позволившее перейти к изучению их



отдельных компонент, избранных физических



процессов и фаз эволюции.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЗВЕЗДНЫХ АТМОСФЕР

Существенно выросший в середине прошлого века объем высокоточных спектроскопических наблюдений и появление мощных вычислительных ресурсов для анализа многочисленных физических процессов в атмосферах звезд положили начало созданию моде-

лей звездных атмосфер. Важно, что советские ученые практически с первых дней включились в разработку новых методов и действовали в тесном контакте с ведущими мировыми центрами. Это дало возможность к началу 1980-х гг. создать астрофизическую школу, специализировавшуюся на анализе состояния плазмы в атмосфе-

рах звезд. Дальнейшее становление этой школы связано с началом исследований более сложных процессов и объектов (рентгеновских источников, двойных и кратных звезд, звездных скоплений и т.д.) и развитием мощной наблюдательной базы.

Как известно, основной метод анализа звездных атмосфер – спектральный

анализ света звезд, который распространяется в виде электромагнитных волн. Принято считать, что спектральные наблюдения охватывают интервал от инфракрасных до ультрафиолетовых лучей. Необходимо отметить исследование рентгеновского излучения небесных светил, важное для понимания их природы. Ультрафиолетовая астрономия, рентгеновская астрономия и гамма-астрономия-астрофизика изучают объекты, в которых происходят процессы с образованием высокоэнергетических частиц. К таким объектам относятся двойные пульсары, черные дыры, магнетары и многие другие объекты. Земная атмосфера в этой части спектра для излучения непрозрачна, поэтому существует два метода наблюдения – с космических телескопов и регистрация черенковского эффекта в земной атмосфере. Наблюдательная астрофизика тесно связана с теоретической, которая использует как аналитические методы, так и численное моделирование для изучения различных астрофизических процессов, построения их моделей и теорий. Теоретические модели, построенные на основе наблюдений, могут быть уточнены с помощью сравнения теоретических гипотез и вновь полученных наблюдательных данных. Таким образом, наблюдения

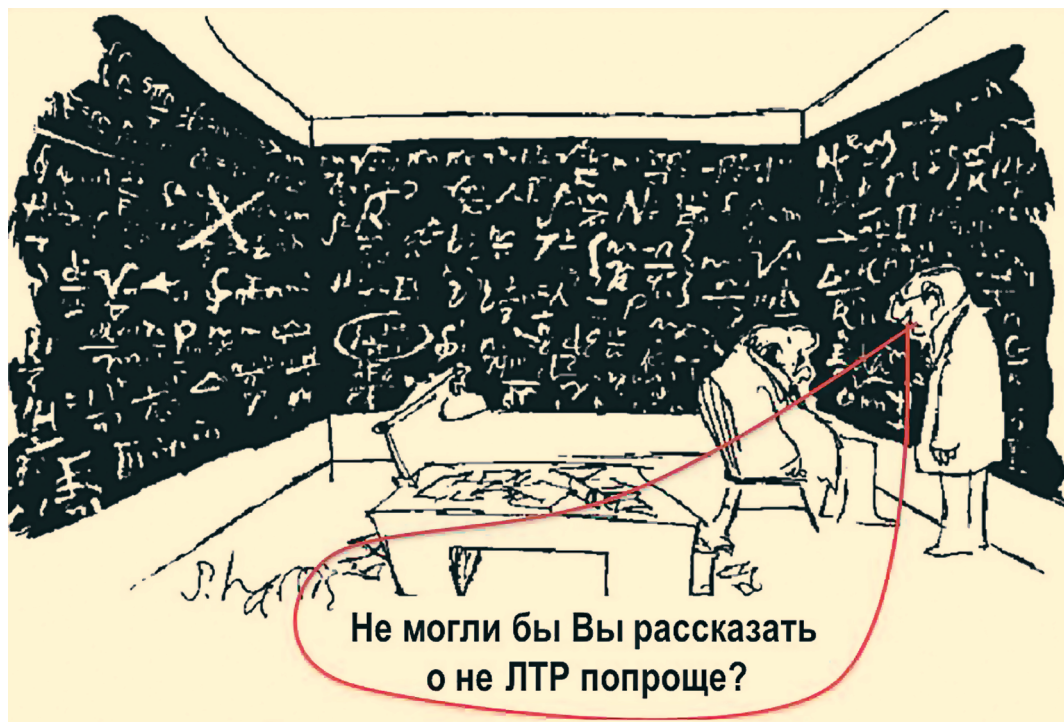
могут быть использованы для выбора одной из нескольких альтернативных теорий.

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОДИНОЧНЫХ ЗВЕЗД

Термодинамическое равновесие – состояние, при котором любой элементарный процесс в системе – тепловой или статистический – оказывается уравновешенным соответствующим обратным процессом. Во Вселенной термодинамическое равновесие наблюдалось только на ранних стадиях ее эволюции. В звездах термодинамическое равновесие отсутствует, так как существующий в звездах поток энергии наружу, а значит, и градиент (перепад) температуры между внутренними и наружными частями не совместимы с термодинамическим равновесием. Поэтому применительно к звездам используется предположение о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР), при котором температура в разных элементах объема среды разная, а поле излучения неизотропно, но, тем не менее, в определенных локальных объемах звезды выполняются закон излучения Кирхгофа и формула Саха, справедливы распределения Максвелла и Больцмана, и присутствует равномерный температурный градиент. Предположение о ЛТР значительно об-

легчает расчет моделей атмосфер звезд. ЛТР хорошо выполняется в недрах звезд, и достаточно проблемно для внешних звездных слоев. Если же при исследованиях принять гипотезу о не ЛТР, то это приводит к существенному усложнению расчетов.

Если провести анализ исследований отказом от приближения термодинамического равновесия плазмы (не ЛТР подход – трактовка образования спектральных линий химических элементов в атмосфере звезд), выполненных казанской астрофизической группой с начала 1970-х гг., то можно отметить, что в развитии этих исследований выделяются два этапа: до середины 1980-х гг., когда расчеты проводились только для атмосфер горячих звезд, и позднее, когда произошел переход к объектам поздних спектральных классов. Работы первого этапа характеризовались построением небольших моделей атомов HeI и ионов CNO (до 20 уровней) для объяснения особенностей линий этих элементов. Несмотря на ограниченность моделей, в работах получены фундаментальные результаты и выводы, не пересмотренные до наших дней. Переход к холодным звездам был обусловлен потребностью в исследовании их химического состава с целью анализа хи-



мической эволюции Галактики. Он потребовал построения больших моделей атомов (от 40 до 150 уровней), совершенных программных комплексов и мощных вычислительных средств. Огромным шагом в развитии не ЛТР методики в данном направлении стало создание и совершенствование программного комплекса NONLTE3, рассчитывающего равновесные состояния атомов с 40–60 энергетическими уровнями. На основе его применения, а также использования других программ за 25 лет разработано около 15 полноценных моделей атомов и методик моделирования и произведен анализ спектроскопических наблюдений для несколь-

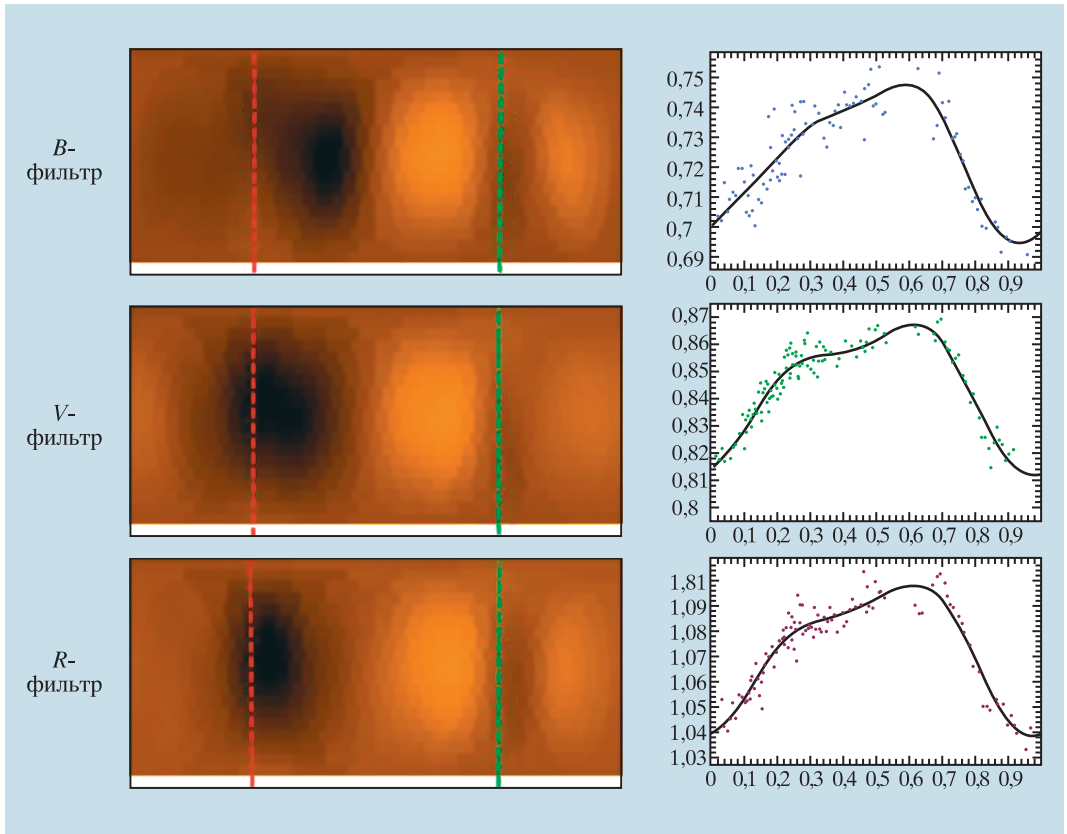
ких сотен звезд. Таким образом, в не ЛТР исследованиях российские исследователи проанализировали примерно 60% элементов, которые исследовались в мировой астрофизической практике, а также выполнили ряд уникальных в данной области работ.

В направлении исследования звезд с мощными пятнами на поверхности также получены интересные результаты. Сегодня предложена методика решения проблемы температурного картирования поверхности запятненных звезд по фотометрическим наблюдениям. Это позволит получить карты распределения температур по умеренно длинным (5–7 ночей) рядам фото-

Карикатура
Р. Рамса.

художника

метрических наблюдений и рассчитать на их основе синтетические спектры объектов для анализа вариаций наблюдаемых профилей линий. Данный метод основан на разбиении поверхности звезд на равновеликие площадки и определения на основе решения обратной задачи параметров светимости каждой из них. Тестирование метода на модельных примерах показало качественно адекватное восстановление температурной структуры поверхности с одним-трем пятнами, но существен-



ное (до 30%) уменьшение амплитуды вариаций температуры. Выполнен анализ B, V, R кривых блеска двойной звезды DE CVn, компоненты которой имеют высокую активность по образованию больших пятен (запятненные звезды), для них были построены температурные карты. Они оказались похожими во всех полосах, и в итоге найдено, что вариации блеска системы обусловлены пятнами с различным температур газу не более 150 K, занимающими до 30% поверхности запятненной звезды.

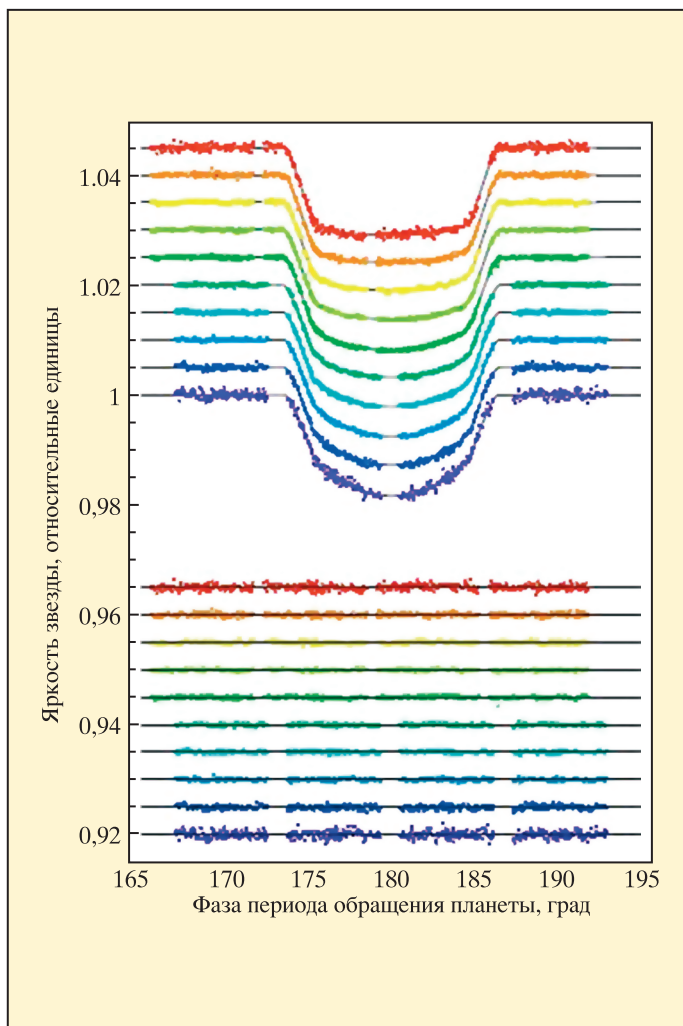
Другие интересные исследования касаются

нейтронизации, или процесса захвата электронов ядрами при высоких плотностях в недрах звезд на завершающих этапах их эволюции. Этот процесс играет ключевую роль в образовании нейтронных звезд и вспышках сверхновых. Относительно современного состояния этих исследований для звезд диска Галактики следует сказать, что поскольку такие элементы синтезируются в двух типах процессов, протекающих в недрах массивных звезд или тесных двойных систем на поздних стадиях эволюции, то их содержание в звезде

Карта запятненной поверхности звезды в системе DE CVn. Слева приводится температурное распределение в фильтрах B, V, R запятненной поверхности звезды, справа – графики согласия наблюдаемых и теоретических изменений блеска в разных фильтрах.

четко коррелирует с ее принадлежностью системам толстого (старого) или тонкого (молодого) дисков. Поскольку темпы синтеза элементов и изменение функции масс звезд по времени установлены с умеренной точностью, анализ хими-

ческого состава звезд разного возраста позволит улучшить существующие теоретические модели химической эволюции. Результаты уже выполненных исследований для 10 элементов (Ba, Eu, Nd, La, Ce, Y и др.) показывают большую (до порядка величины) дисперсию оценок и в ряде случаев (Ba, Nd) не соответствуют теоретическим прогнозам. Определено наличие 9 таких элементов в спектрах высокого разрешения 493 звезд, полученных на Обсерватории Среднего Прованса (Франция). Все параметры атмосфер найдены из анализа интенсивностей линий водорода и тяжелых элементов методом ионизационного баланса и показали хорошее согласие с результатами ранних исследований. Выяснилось, что наличие большинства элементов, синтезируемых в ядерных процессах захвата медленных (s) или быстрых (r) нейтронов, возрастает с падением металличности, подтверждая теоретические модели их синтеза. Не обнаружено существенных отличий в распределении элементов по металличности для звезд толстого и тонкого дисков Галактики, что косвенно свидетельствует об их общей эволюционной природе. Отдельно указано, что адекватными являются результаты, полученные с учетом отклонений от ЛТР, так как амплитуда



Наблюдаемые кривые блеска затмений в двойной системе. Затмения регистрировались при прохождении экзопланеты HD 209458 ("транзитом") по диску звезды V376 Peg.

последних для некоторых элементов (например, бария) может составлять до 0,5 dex. Отличительная черта в распределении ряда элементов (Ba, Eu) — их тесная корреляция с магнием, что указывает на их синтез в па-

раллельных процессах. Однако для звезд гало Галактики сделанные выше выводы, к сожалению, распространить пока не представляется возможным.

Анализ сложных движений газа в атмосферах



Модель тесных двойных систем с эффектами отражения.

звезд производится путем измерения лучевых скоростей по разным точкам профилей спектральных линий. Традиционные методы измерения лучевых скоростей (кросс-корреляции и зеркального отражения линий) используют полные наблюдаемые профили, формирующиеся в различных областях исследуемых объектов. Определение скоростей по различным точкам внут-

ри профиля позволяет провести сканирование поля скоростей по поверхности звезды и вглубь ее атмосферы. Анализ наблюдаемых спектров показывает, что такой подход наиболее эффективен для звезд с сильной переменностью линий.

ЭВОЛЮЦИЯ И ФИЗИКА ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

Невозможно не отметить и современное развитие методов моделирования кривых блеска и спектров тесных двойных систем (ТДС). Данная тематика берет начало в 1970-е гг. с открытия ряда систем с мощными источниками рентгеновского излучения. Их анализ показал, что звезды

в таких системах подвергаются внешним гравитационным и лучистым воздействиям и их корректное исследование требует физически адекватного моделирования этих воздействий. В результате созданы методики расчета излучения ТДС с учетом эффектов отражения, несферичности и аккреции. Они не только позволили корректно описывать наблюдаемые кривые блеска и спектры и изучать характеристики систем, но и открыли возможность получения значений ранее недоступных параметров (углы наклона орбит, отношения масс компонент, светимости компактных источников). Таким образом, к настоящему вре-

мени найдены параметры для 50 нейтронных звезд и 24 черных дыр, а также 14 микрокварзов. Их предварительный анализ показывает, что некоторые проблемы в понимании физики этих объектов (например, провал масс в районе $3 M_{\odot}$) остаются актуальными даже при наличии достаточной статистики.

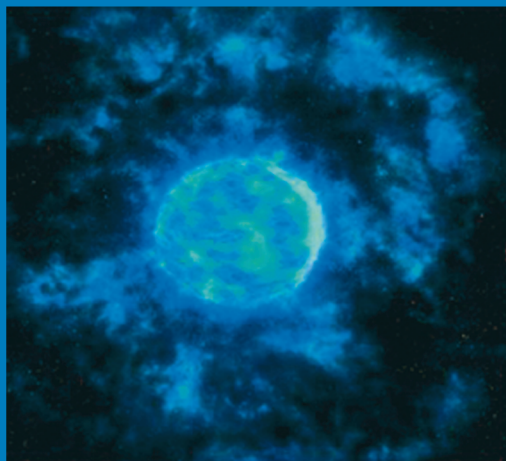
Что касается формирования спектров двойных звезд со слабыми эффектами отражения, следует отметить, что невысокая амплитуда колебаний блеска в таких системах может быть обусловлена как низкой температурой облучающих источников, так и широким разделением звезд в системе. В результате характер эмиссионных спектров этих систем варьирует-

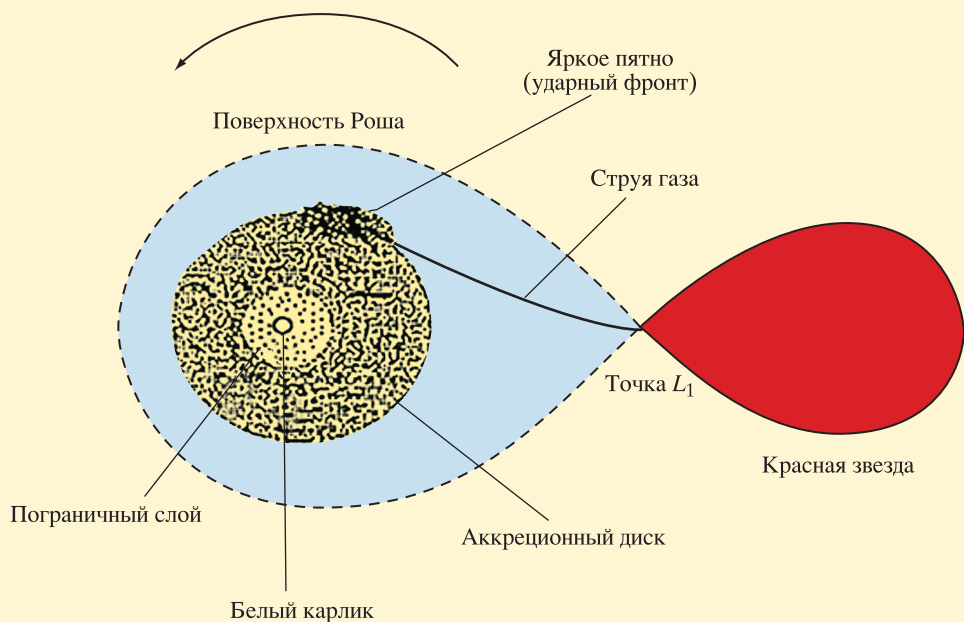
ся в широких пределах: от термализованных слабых линий H I и металлов, характерных для старых предкатаклизмических переменных, до чисто небулярных линий He I и He II, типичных для наиболее молодых объектов. При этом часть систем с холодными главными компонентами проявляет фотометрическую переменность, природа которой может быть связана с сильными магнитными полями на поверхности вторичных компонент и с эффектами локальной, тепловой неустойчивости в их облучаемых атмосферах.

Если обобщить результаты работ по моделированию кривых блеска и лучевых скоростей двойных систем и звезд с протяженными атмо-

сферами, то можно сказать следующее. Успехи в разработке подобных методик моделирования, достигнутые за последние 20 лет, позволили перейти к полностью корректному описанию результатов наблюдений и определить фундаментальные параметры (температуру, радиус, массы) звезд и компактных объектов разных типов. В частности, учет

Эволюции двойных систем с общими оболочками. Слева показана система в протяженной оболочке, образованной сверхгигантом (главной компонентой). Справа – система после сброса оболочки с главной компоненты в фазе горячего субкарлика.





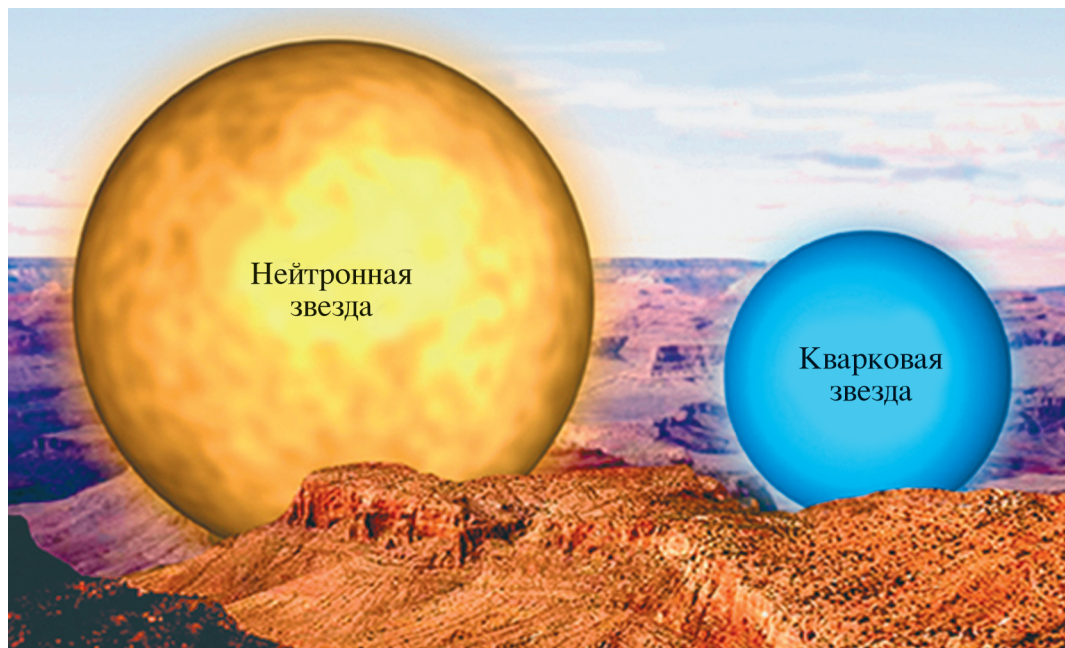
Современная модель катаклизмической переменной с дисковой аккрецией. Катаклизмические переменные звезды представляют собой тесные двойные системы на поздней стадии эволюции, состоящие из белого карлика, донора и аккреционного диска, который образован веществом звезды-донора. Протекающие в них физические процессы приводят к катаклизмам. Автор модели – доктор физико-математических наук В.Ф. Сулейманов.

эффектов несферичности звезд и многокомпонентных аккреционных дисков с горячими струями в системах типа SS 433 позволил найти

отношение масс звезд и смоделировать сложные двухфазные формы затмений. Учет эффектов отражения жесткого излучения в рентгеновских двойных системах обеспечил построение кривых лучевых скоростей компонент с формой, отличной от синусоиды, что дает возможность оценивать степень заполнения звездами своих полостей Роша, то есть их радиусы, отношения светимостей источников. Разработанная методика дополнительно расширена за счет учета оболочек вокруг звезд и протяженных атмосфер, в результате чего показана сильная зависимость

профилей спектральных линий от темпов потери массы и скоростей ее истечения с поверхностей звезд.

Интересные работы проведены в области изучения маломассивных, аккрецирующих систем – катаклизмических переменных звезд. Рассматриваемые объекты объединены в самый крупный класс двойных звезд с белыми карликами и включают в себя вспыхивающие (Новые, повторные Новые, новоподобные) и стационарные системы. В настоящее время реализованы новые методики анализа спектров таких звезд, основанные на доплеров-



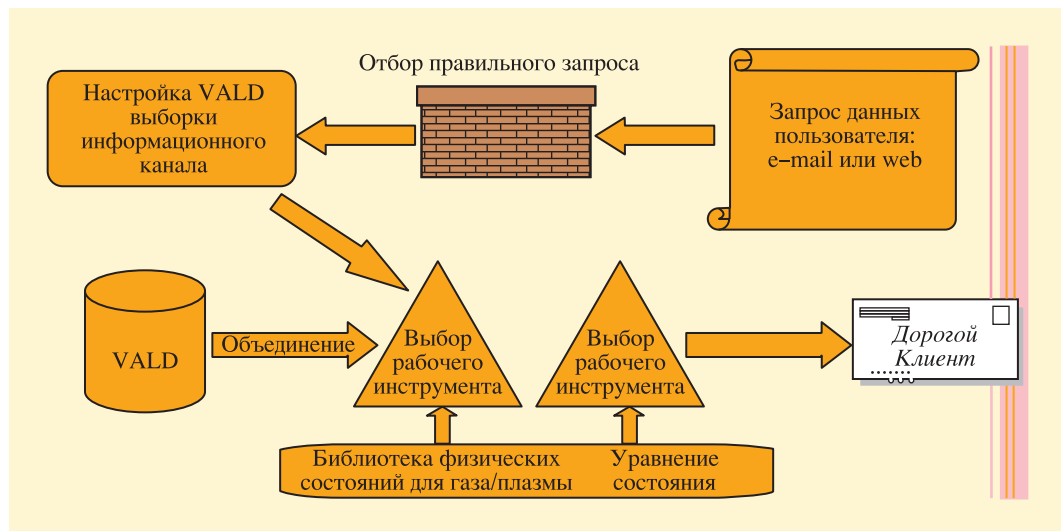
Сравнительные размеры нейтронной и кварковой звезд.

ском картировании и анализе лучевых скоростей по крыльям водородных линий. В аккреционном диске катаклизмической переменной SU UMa (Созвездие Большой Медведицы) обнаружены две яркие волны плотности, одна из которых совершает полный оборот за время около 0,16 орбитального периода. Для всех подобных систем вычислены амплитуды лучевых скоростей белых карликов и получены оценки других параметров. В частности,

массы белых карликов в этих системах располагаются в пределах $0,4-0,6 M_{\odot}$, что подтверждает их принадлежность к маломассивным системам.

В настоящее время рассматривается возможность построения моделей атмосфер нейтронных звезд и перспектив их применения для широкого круга объектов – от барстеров до магнетаров. При этом необходимо учитывать общие принципы расчета атмосфер с учетом ряда физических эффектов, характерных только для релятивистских объектов: вырождения вещества с набором уравнений его состояния, комптонизации излучения, эффектов ОТО и др. Такая методика уже применена для расчета 350 атмо-

сфер горячих нейтронных звезд и анализа вспышки барстера 4U 1724-307 (рентгеновской ТДС с взрывным горением водорода) с целью нахождения массы и радиуса объекта. Полученные параметры в целом соответствуют предпологаемым для нейтронных звезд в барстерах, а теоретическое распределение потоков во вспышке согласуется с наблюдаемым. При исследовании рентгеновского излучения изолированных нейтронных звезд важен учет водородных линий поглощения в спектрах. Только модель тонкой водородной атмосферы на железистой поверхности нейтронной звезды позволяет адекватно описать наблюдаемые спектры, также некорректно предположение о



существовании сильных тороидальных полей на поверхности нейтронных звезд.

УСПЕХИ И ТРУДНОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ АСТРОФИЗИКИ

Для повышения точности и скорости расчетов излучения звездной и межзвездной плазмы большое значение имеют итоги создания и развития Венской базы атомных стандартов (VALD3) и виртуального центра атомных стандартов (VAMDC). Они содержат сведения о более чем 100 млн атомных линий и молекулярных полос, в том числе высокоточные параметры подавляющего числа линий, наблюдаемых в спектрах звезд. Сервис VAMDC дает возможность пользователю в любой точке мира произвести отбор и

отождествление линий, наблюдаемых в спектре конкретного объекта, получить их атомные характеристики, а при необходимости – провести серию расчетов теоретических спектров для их оптимального согласования с наблюдаемыми спектрами с целью нахождения параметров звезд.

Несмотря на успехи в изучении астрофизики звезд, существует ряд трудностей, связанных с описанием водородных линий в спектрах звезд разных типов. Эти линии часто применяются для описания фундаментальных параметров звезд, полей скоростей на их поверхности, напряженности магнитных полей и т.д. В настоящее время для четырех линий Бальмеровской серии водорода (спектральная серия в спектре атома водорода, названная в честь швей-

Схема Венской базы данных атомных линий. Приводится схема последовательности работы с базой: запрос информации, отбор требуемых параметров в VALD, расчет теоретических спектров и предоставление результатов пользователям.

царского физика Иоганна Бальмера, открывшего эту серию в 1885 г.) используется наиболее точная теория уширения, разработанная К.Р. Вайдлом, Дж. Куппером и Е. Смиттом и позволяющая корректно описывать результаты наблюдений. Ее сравнение с теорией Грима (описывает уширение спектральных линий в плазме) показывает сильные (до двух-трех раз) различия в интенсивностях линий в спектрах О-В звезд и существенно меньшие

(до 30%) – в спектрах A-G звезд. Однако сейчас теоретически разработаны и представлены в табличной форме модели уширения всех водородных линий серий Бальмера и Пашена, почти не применяемые на практике. Анализ формирования последних в спектрах звезд классов O-A показал, что они слабо искажены линиями других элементов и имеют высокую чувствительность к температуре и силе тяжести, то есть могут эффективно использоваться для нахождения параметров атмосфер звезд. Поэтому задача включения таблиц уширения линий в программные комплексы по расчету спектров звезд считается особо актуальной.

Перспективные исследования запланированы на Всемирной космической ультрафиолетовой обсерватории “Спектр-УФ” (запуск намечен на 2015 г.). В работе над проектом участвуют Россия, Испания, Германия и Украина. Казахстан и Индия также проявляют интерес к участию в проекте. Актуальность таких наблюдений вызвана узостью доступного земным телескопам спектрального диапазона и большим вкладом ультрафиолетового диапазона в излучении горячих звезд, компактных объектов и многочисленных внегалактических

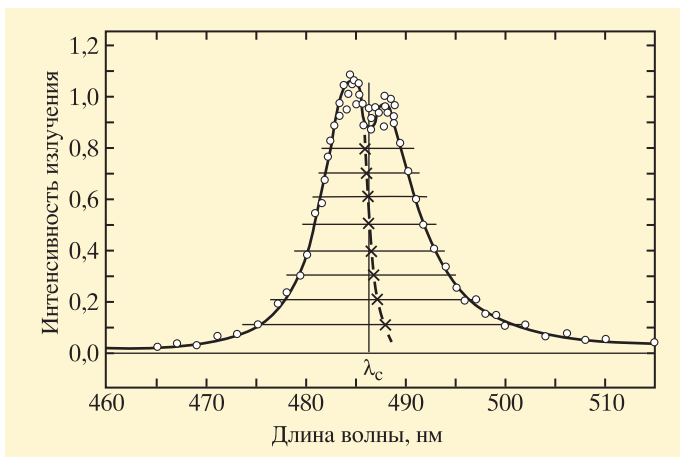


График асимметрии наблюдаемого профиля линии H-beta. Кривая экспериментальных профилей бальмеровских линий показывает, что теория их описывает с точностью много хуже желаемой величины ~1%. В данном случае причина асимметрии – нелинейные эффекты штарковского уширения.

источников. Несмотря на выполненные исследования астрофизических объектов в ультрафиолетовой области спектра с помощью примерно 20 космических обсерваторий, объем полученных наблюдений остается недостаточным. В этих условиях обсерватория “Спектр-УФ”, оснащенная тремя спектрометрами и тремя камерами для проведения всех типов спектроскопических, фотометрических и астрометрических наблюдений, должна сыграть решающую роль. В расписании работы обсерватории запланировано выполнение наблюдений по базовой программе разработчиков проекта и по наиболее перспек-

тивным заявкам внешних специалистов. Реализация базовой программы предусматривает решение ряда задач: исследование эволюции Вселенной, физики аккреции и звездного ветра, ранней эволюции звезд, протопланетных дисков и химической эволюции.

Один из немногих крупных российских телескопов – РТТ-150 (российско-турецкий телескоп с диаметром зеркала 1,5 м). Он установлен в 50 км от г. Анталия на горе Бакрылытепе на высоте 2500 м. Телескоп имеет два главных фокуса Кассегрена и кудэ, что позволяет производить наблюдения с использованием шести вариантов оптических систем,



построенных по схеме Ричи – Кретьена, с общим главным зеркалом. В фокусе Кассегрена научные наблюдения проводятся в основной оптической схеме с фокусным расстоянием $1 : 7,7$. Все оптические системы телескопа рассчитаны на работу в спектральном диапазоне с длиной волны электромагнитного излучения $325 \text{ нм} < \lambda < 1000 \text{ нм}$.

РТТ-150 вносит существенный наблюдательный вклад в моделирование звездных атмосфер. Введение в штатную эксплуатацию этого инструмента, оснащенного современным комплексом наблюдательной аппаратуры, позволило кардинально модернизировать тематику астрофизических исследований в Казани. С использованием

Проект Всемирной космической обсерватории “Спектр-УФ” с российским ультрафиолетовым телескопом Т-170М. Рисунок ИНАСАН.

куде-эшелле спектрометра РТТ-150 получены спектры более чем для сотни одиночных звезд и двойных систем диска Галактики. По этим на-



*Башня российско-турецкого телескопа РТТ-150 в Турции.
Фото И.Ф. Бикмаева.*

блюдениям определены следующие параметры: химический состав компонент тесных двойных систем для оценки ядерного синтеза на поздних стадиях эволюции звезд; связь металличности, хи-

мического состава атмосфер и возраста звезд; аномалии химических элементов в звездных А-Р классах; наличии у звезд экзопланет и их характеристики в окрестностях ярких звезд. На

основе анализа кривых блеска и спектров умеренного разрешения РТТ-150 классифицировано более 20 тесных двойных систем и для 10 из них определены значения фундаментальных параметров. Доказано, что применение фотометрических наблюдений телескопа позволяет выявить действие эффектов отражения в тесных двойных системах и проводить их корректную классификацию. Анализ рентгеновского и оптического излучения ряда объектов, наблюдаемых на РТТ-150, позволил открыть шесть новых сейфертовских галактик I и II типов, а также одну из первых галактик с черной дырой промежуточной массы. Необходимо подчеркнуть, что большая часть представленных результатов получена на основе анализа наблюдений с использованием количественных методов моделей атмосфер, что является неотъемлемой частью современных исследований.

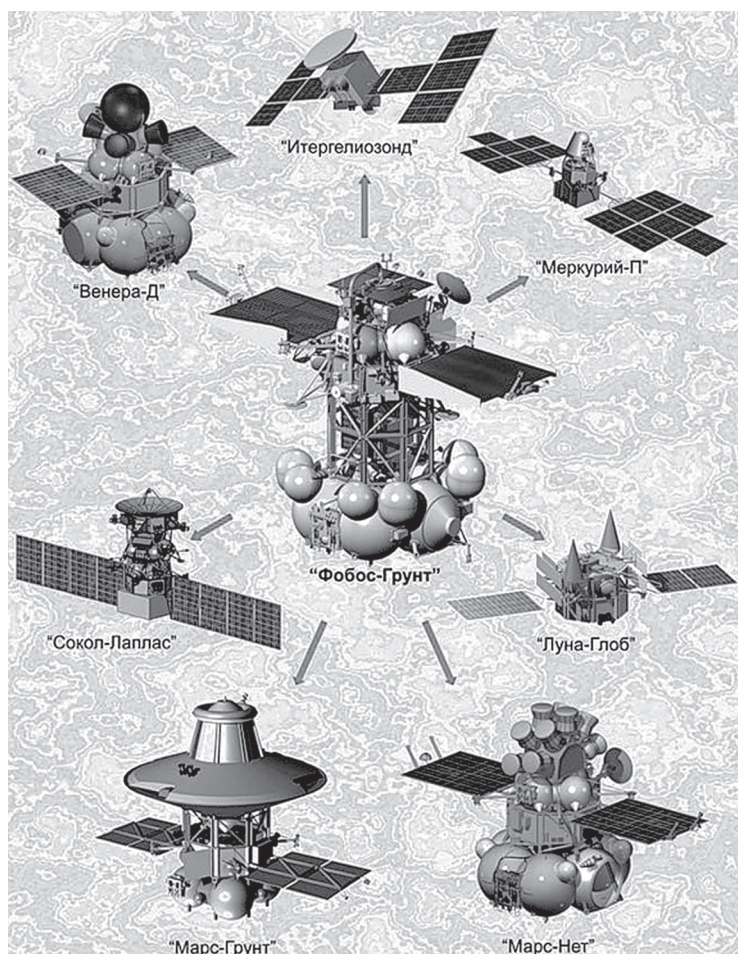
Планы российских ученых по исследованию космоса

8 апреля 2012 г. секция Совета РАН по космосу опубликовала проекты ис-

следований Солнечной системы, представленные для включения в Федеральную космическую программу с 2016 г. по 2025 г. Предлагается масштабный план изучения магнитосферы Земли, солнечно-земных связей, Солнца, Луны, Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и астероида Апофис.

На первом этапе (с 2015 г.) предстоит изучать Южный полюс Луны с помощью посадочного ап-

парата “Луна-Ресурс” и индийского мини-ровера, а Северный – АМС “Луна-глоб”, которая должна взять пробы грунта с двухметровой глубины и выполнить его анализ на борту станции. Запуск российской АМС “Луна-Ресурс” вместе с индийским ИСЛ “Чандраян-2” будет осуществлен с помощью индийской РН “GSLV-2”. На втором этапе (после 2020 г.) небольшие самоходные аппараты “Луноход-3”



Проекты перспективных российских АМС, в основу которых положен новый унифицированный многоцелевой модуль, разработанный в НПО им. С.А. Лавочкина. Рисунок ИКИ РАН.

и “Луноход-4” проведут работы в полярных районах в течение пяти лет. Луноходы соберут грунт в капсулы и поместят их в ракету, затем она доставит образцы на Землю для детального изучения в наземных лабораториях. Через несколько лет стартуют несколько посадочных лунных станций. Они станут основой лунного полигона – ядра постоянно обитаемой лунной базы. Главной целью российские ученые считают исследование полярных областей Луны, где ранее был обнаружен лед (Земля и Вселенная, 2010, № 3, с. 109–110; 2010, № 4; 2011, № 2, с. 107–108).

На 2016 г. намечен запуск АМС для изучения солнечно-земных связей по проекту “Интергелиозонд”. Совершая многократные гравитационные маневры около Венеры, станция постепенно приблизится к Солнцу и по пути выполнит многочисленные измерения на линии Солнце – Земля. С близкого расстояния она сможет изучить атмосферу и полярные области Солнца, вспышки и другие активные процессы, провести измерения из-за пределов плоскости эклиптики.

Ученые заинтересованы в повторном запуске после 2015 г. АМС “Фобос-грунт” и продолжении разработки перспективных АМС “Венера-Д” (орбитальный блок, спускаемый аппарат и два аэростатных зонда) и “Марс-Нэт” (система метеорологических комплексов на поверхности Марса).

Запуск российской АМС “Венера-Д” (Земля и Вселенная, 2012, № 3), предназначенной для исследования атмосферы и поверхности Венеры, выяснения причин исчезновения воды с этой планеты, может состояться не ранее 2024 г.

До 2020 г. к потенциально опасному 300-м астероиду 99942 Апофис (2004 MN₄) отправится автоматическая исследовательская станция. В 2029 г. Апофис пролетит в 36 тыс. км от Земли, в результате чего может изменить свою орбиту так, что при следующем сближении с планетой в 2036 г. есть вероятность столкновения астероида с нашей планетой (Земля и Вселенная, 2007, № 1, с. 99; 2011, № 3, с. 99–100). Станция подлетит к Апофису и оставит рядом с ним искусственный спутник-радиомаяк, позволяющий с высокой точностью определить траекторию движения астероида. Научная программа миссии включает также исследование строения, физико-химических характеристик астероида, свойств его реголита, окружающего пространства. Планируется также посадка небольшого зонда на поверхность астероида.

Старт АМС по проекту “Меркурий-П” для исследования поверхности Меркурия может состояться не раньше, чем через 20 лет. К настоящему моменту российские специалисты предварительно проработали проект, концепцию поса-

дочного аппарата и состав научной аппаратуры.

В разработке находится проект “Лаплас-П”, включенный в рамки международной программы “EJSM”, в которой участвуют Россия, США, ESA и Япония. Экспедиция из трех АМС займется изучением Юпитера и его спутников Европы и Ганимеда (Земля и Вселенная, 2009, № 4). Россия по проекту “Лаплас-П” направит к Ганимеду посадочный аппарат и орбитальный спутник-ретранслятор. Запланировано также выполнение программ “Марс-Грунт” (доставка грунта с Марса, одна из миссий семейства “Фобос-грунт”) и “Сокол-Лаплас” (исследование системы Юпитера). Реализация этих проектов может начаться не ранее 2021 г.

Напомним, что на 2014–2015 гг. намечены остальные запуски по Федеральной космической программе 2006–2015 гг. В 2014 г. стартуют по проекту “Резонанс” сразу четыре ИСЗ, установленные на платформе МКА-ФКИ (малый космический аппарат для фундаментальных космических исследований), разработанной НПО им. С.А. Лавочкина. Они проведут совместные исследования физических процессов в магнитосфере Земли, в частности поведения плазмы и механизмов образования полярных сияний. На основе данных одновременных измерений с нескольких точек околоземного пространства (многомасштабные наблюдения) ученые создадут объемную

картину процессов в магнитосфере Земли, а также получают средство непрерывного контроля и прогноза космической погоды. Специально подобранные орбиты спутников (магнитосинхронные) смогут проводить длительные измерения в выбранной силовой трубке магнитного поля Земли. Кроме того, российские ученые планируют до-

говориться с американскими коллегами о совместных экспериментах с расположенной на Аляске установкой HAARP (High Frequency Active Auroral Research Program – программа высокочастотных активных исследований полярного сияния). Спутники, созданные по проекту “Резонанс”, смогут наблюдать за процессами, происходящими в

ионосфере во время работы стенда HAARP.

Запуск к Меркурию европейско-японской АМС “BepiColombo” с помощью РН “Ариан-5” (ESA) намечен на конец 2014 г., на ее борту будут установлены российские приборы.

Пресс-релизы РАН и Роскосмоса,
10 марта и 8 апреля 2012 г.

Информация

Геологическая карта Ио

В 2011 г. ученые разработали для NASA самую точную на сегодняшний день геологическую карту спутника Юпитера Ио (см. стр. 2 обложки). Планетологи использовали снимки, полученные в марте и июле 1979 г. АМС “Вояджер-1”, “Вояджер-2”, в декабре 2000 г. – АМС “Кассини”

и в феврале 2007 г. – АМС “Новые горизонты”. За основу взяты многочисленные изображения, сделанные работавшим в 1995–2003 гг. в системе Юпитера ИСЮ “Галилео” (Земля и Вселенная, 2001, № 2; 2004, № 3). Кроме того, для создания карты использовались четыре мозаики из снимков всей поверхности Ио, составленных в 2006 г. Разрешение снимков “Вояджеров” оказалось 2–20 км, тогда как фотографии “Галилео” значительно детальнее – от 5 м до 1,4 км. Масштаб карты – 1:15 млн (1мм = 15 км), что соответствует размеру пикселя примерно 1 км поверхности. Карта выпущена Гео-

логической службой США (USGS).

Используя новую карту Ио, специалистам удалось идентифицировать 425 отдельных вулканических регионов. Дело в том, что Ио представляет собой самое вулканически активное тело в Солнечной системе. Считается, что причина этой активности – приливные силы, возникающие в результате гравитационного воздействия Юпитера (Земля и Вселенная, 1979, № 5; 2000, № 6, с. 82; 2001, № 2, с. 111).

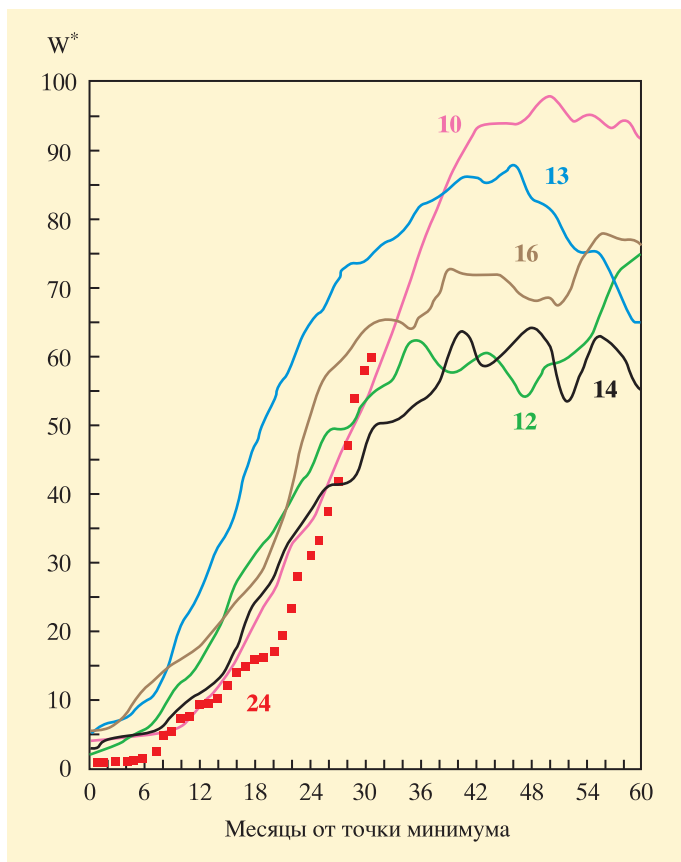
Пресс-релиз Университета штата Аризона,
21 марта 2012 г.

Солнце в феврале – марте 2012 г.

Солнечная активность в этот период оставалась на среднем уровне, иногда снижаясь до низкого. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от двух до шести. Одна группа пятен была большой (Северное полушарие), другая – средней площади (Южное полушарие). Всего же из 34 групп солнечных пятен 21 появилась в Северном полушарии Солнца и 13 – в Южном. Темп роста сглаженных за год значений относительного числа пятен снизился, что может указывать на приближение текущего солнечного цикла к максимуму, из его дальнейшего развития станет ясно – промежуточному или основному.

Среднемесячные значения чисел Вольфа $W_{\text{фев}} = 33,1$ и $W_{\text{март}} = 64,2$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в августе и сентябре 2011 г. составило $W^* = 59,0$ и $59,5$ соответственно.

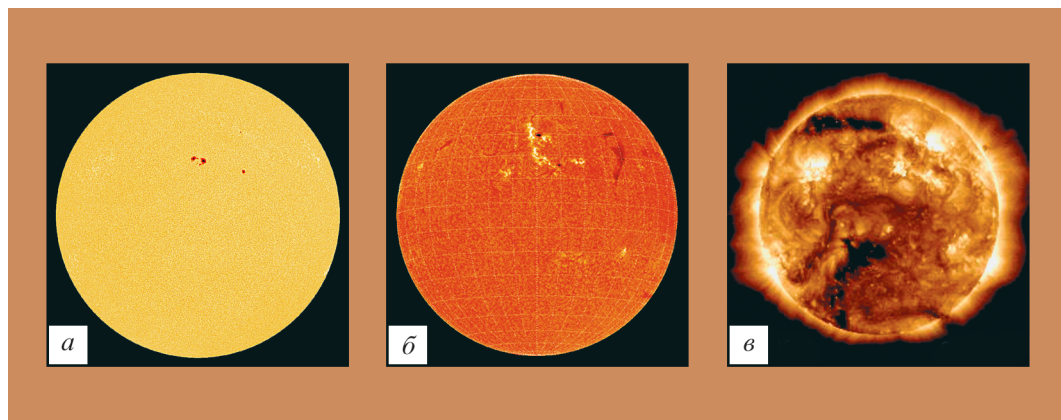
Февраль 2012 г. оставался спокойным, активность Солнца в основном держалась на среднем уровне. Низкий уровень отмечен 3–9 и 29 февраля. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от двух до пяти групп пятен, среди которых одна среднего размера. Минимальное значение ежедневного относитель-



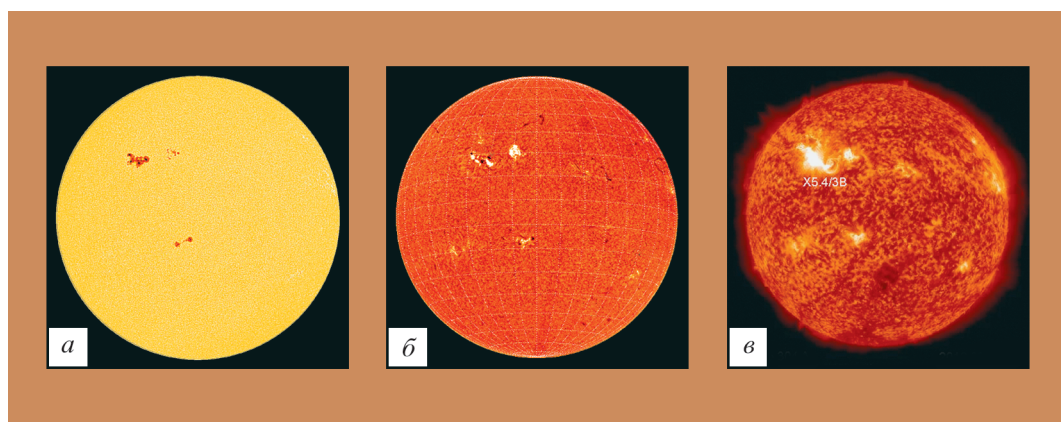
Ход развития (31 месяц) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.), начальная фаза развития. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

ного числа пятен отмечено 8 февраля ($W = 9$), а максимальное – **1 февраля** ($W = 61$). В Северном полушарии появилось десять групп пятен, а в Южном – три. Вспы-

шечная активность отмечена на среднем уровне только 6 февраля ($M1.0$ в группе пятен Северного полушария), в остальные дни – на низком и очень низком уровне.



Солнце 20 февраля 2012 г.: а) снимок фотосферы в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$). Космическая обсерватория "SDO", NASA (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).



Солнце 7 марта 2012 г.: а) снимок фотосферы в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$) в начальный период развития большой солнечной вспышки балла X5.4/3B. Космическая обсерватория "SDO", NASA (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

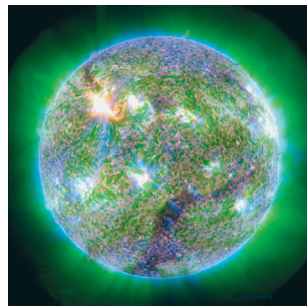
Выбросы солнечных волокон наблюдались 3, 9, 14, 23 и 28 февраля, а 10, 17 и 24 февраля – по два волокна.

Коронографы космической обсерватории "SOHO" в течение февраля регистрировали более 228 корональных выбросов веще-

ства разной интенсивности, среди них 12 были типа "частичное гало II" (угол раствора 90° – 180°) и 3 – "частичное гало III" (угол раствора 180° – 270°). Однако облака солнечного вещества в подавляющем большинстве прошли мимо нашей

планеты. 19, 20 и 27 февраля произошли возмущения геомагнитной обстановки, и 14–15 февраля зарегистрирована лишь одна малая магнитная буря – следствие воздействия на околоземное космическое пространство от выброса

Вспышка 7 марта 2012 г. балла X5.4/3B. Комбинированный снимок в УФ-диапазоне (цвета условные) в длинах волн 304 Å (красный цвет), 171 Å (синий) и 211 Å (зеленый) получен космической обсерваторией "SDO". Такие изображения помогают исследовать температуру структур солнечной короны и вспышки. Фото NASA.



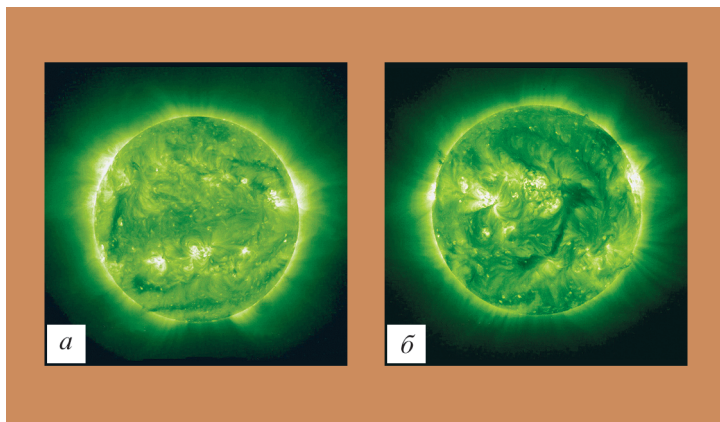
большого солнечного волнока 10 февраля. И это несмотря на обилие корональных дыр (12), вызывавших лишь небольшие возмущения. 25 февраля отмечено малое протонное событие (поток протонов от солнечной вспышки), его источник – вспышка на невидимой стороне Солнца. 8–9 февраля на геостационарных орбитах отмечен очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

В марте 2012 г. пятнообразовательная активность

только два первых дня оставалась на низком уровне, в остальные дни марта – устойчиво на среднем. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от двух до шести групп пятен, из них одна была большая (Северное полушарие) и очень активная во время прохождения восточной полусферы. На 11 групп пятен, образовавшихся в Северном полушарии, Южное полушарие ответило десяти. Максимальное за сутки наблюдаемое число солнечных пятен отмечено

11–12 марта (W = 86), минимальное – 1 марта (W = 18). Во второй день месяца из-за восточного лимба появилась большая группа пятен в начале вспывшечной активности, они произвели 5–10 марта шесть больших солнечных вспывшек, в числе которых 12 – средних баллов и три – рентгеновского балла X. Этот вспывск активности создал в околоземном космическом пространстве самую значительную в текущем цикле последовательность геофизических возмущений.

Первая большая вспывшка 5 марта (балл X1.1/2B), несмотря на достаточно далекое ее расположение на востоке видимого солнечного диска (E52), вызвала 7 марта умеренную геомагнитную бурю. Возмущения от последующих девяти вспывшек среднего балла 5–6 марта растянули магнитную бурю до середины суток 10 марта. **7 марта** возникла крупная вспывшка балла X5.4/3B, вторая по мощности в текущем цикле. Она породила самый большой в 24-м цикле поток солнечных протонов, достигший уровня S3 (больше 1000 протонов $\times \text{м}^{-2} \times \text{с}$). Этот поток протонов вторгся в магнитосферу Земли во вре-



Солнце в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 195 \text{ Å}$). Снимок сделан 20 марта 2012 г. космическими обсерваториями: а) "STEREO-A" (по орбите впереди Земли на 90°) и б) "STEREO-B" (по орбите позади Земли на 90°). Фото NASA (http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon_secchi.shtml).

мя уже начавшейся магнитной бури и проник в низкие широты, создав радиационную опасность для приборов космических аппаратов и, возможно, пассажиров авиарейсов, пролетающих через полярные районы. После большой солнечной вспышки 10 марта (M8.4/2B) малая магнитная буря была зарегистрирована 12–13 марта, а после следующей (M7.3/2B) – 13 марта – поток протонов средней интенсивности ($S2 - \text{больше } 100 \text{ протонов} \times \text{м}^{-2} \times \text{с}$). После этих вспышечных событий активная область быстро деградировала и 16 марта небольшой группой ушла за западный лимб. 15, 17 и 23 марта наблюдались

еще три вспышки средних баллов, а 13, 12 и 20 марта – выбросы солнечных волокон. Возмущение от первого вызвало умеренную магнитную бурю 15–16 марта, продолжавшуюся до конца 17 марта из-за прохождения Земли высокоскоростного потока солнечного ветра от корональной дыры, расположенной в районе экватора. В марте на видимом диске Солнца наблюдалось прохождение шести корональных дыр, большинство из них значимых возмущений геомагнитного поля не вызвало. В течение месяца отмечено 9 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой, в том числе три умеренные и четыре малые магнитные

бури. Коронोगрафы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 205 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых четыре типа “полное гало” и 28 – “частичное гало II и III”. На геостационарных орбитах 2–22 марта зарегистрирован очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Информация

Магнитные трубки – причина выбросов солнечной плазмы

Группа американских и китайских астрофизиков под руководством Цзе Чжан из Университета Джорджа Мейсона (Фейрфакс, США) обнаружила, что внутренняя неустойчивость в магнитных трубках (“выростах”) Солнца связана с одним из движущих механизмов гигантских корональных выбросов плазмы. Они изучили по-

ведение магнитной трубки до и после выброса плазмы 8 марта 2011 г. с помощью космической “Солнечной динамической обсерватории” (“SDO”). Внутри этой структуры господствовали сверхвысокие температуры, в самых горячих участках она достигала 10^6 К. Затем трубка медленно поднялась и развернулась, в считанные мгновения раздулась и разорвалась, после чего последовал выброс раскаленной плазмы в космос. Наблюдения указали на важную роль магнитных трубок в образовании выбросов плазмы, подтверждающую общепринятую теорию их формирования (Земля и Вселенная, 1973, № 3; 2002, № 6).

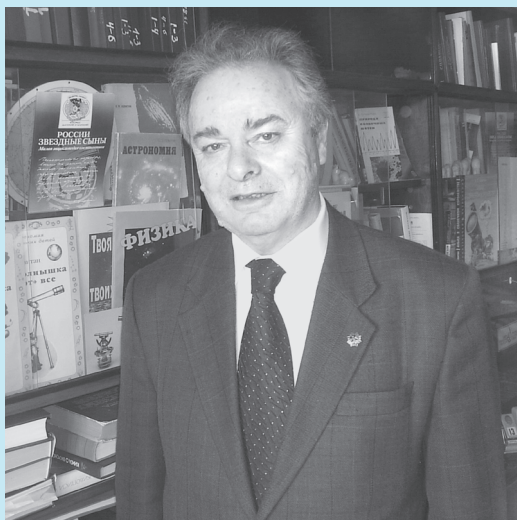
Сегодня периодические выбросы солнечной плазмы

считаются последствиями “перезапуска” магнитных линий в двух соседних областях солнечной короны, в которых магнитное поле направлено в разные стороны. Взаимодействие линий магнитного поля приводит к разогреву и разгону близлежащей материи Солнца, в результате чего происходит взрывоподобный выброс материи, превосходящий по мощности все ядерные боезаряды в арсеналах государств мира. Как полагают ученые, внутренняя неустойчивость магнитных трубок, существующих еще до начала вспышки, – это спусковой механизм корональных выбросов плазмы.

Пресс-релиз NASA,
21 марта 2012 г.

Памяти Ефрема Павловича Левитана

**31 марта 2012 г. скончался Ефрем Павлович Левитан (1934–2012) – бес-
сменный руководитель редакцион-
ного коллектива научно-популярно-
го журнала Президиума РАН “Земля и
Вселенная” в течение 48 лет, извест-
ный специалист в области школьно-
го астрономического образования и
один из старейших и ярких популя-
ризаторов астрономии в нашей стра-
не, причем едва ли не впервые рас-
пространивший эту деятельность на
самых младших представителей на-
шего населения...**

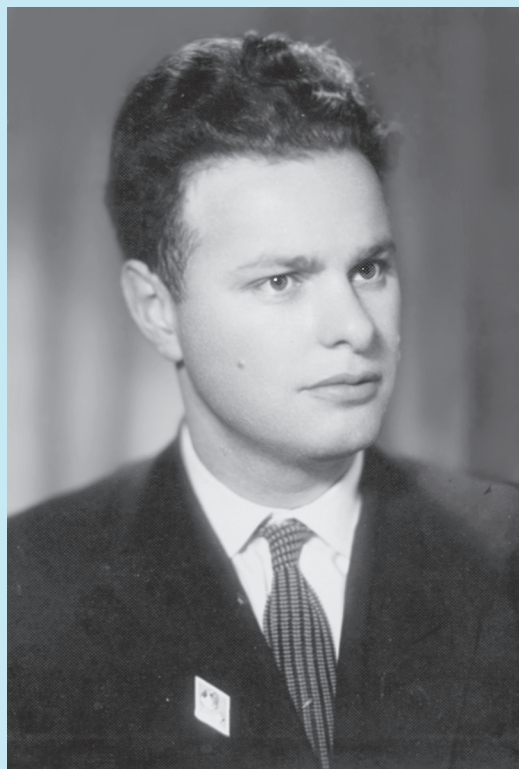


Е.П. Левитан. 2008 г.

Ефрем Павлович Левитан – доктор педагогических наук (единственный в России по проблемам школьного астрономического образования), академик Российской академии естественных наук и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, заслуженный работник культуры России, заслуженный работник академического книгоиздания России, член Союза писателей России, член Союза журналистов РФ и Москвы, член специализированного диссертационного Ученого совета при Московском государственном педагогическом универ-

ситете, член Ученого совета Московского планетария.

Е.П. Левитан родился 12 июля 1934 г. в г. Днепропетровске (Украина). Закончил школу в 1951 г. в г. Жуковский Московской обл., где в 15 лет (1949) организовал астрономический кружок, ставший Филиалом № 1 широко известного Астрономического кружка при Московском планетарии. Еще один астрономический кружок Ефрем Павлович создал в 1950 г. в Пятигорске (этот кружок тоже существовал несколько лет и надолго заинтересовал астрономией тех, кто в нем занимался). Руководить этими кружками



Е.П. Левитан. 1963 г.

старшекласснику, а затем и студенту Е.П. Левитану помогали известные московские астрономы, преподаватели и популяризаторы науки М.Е. Набоков, В.А. Шишаков, Ф.Ю. Зигель, К.А. Порцевский. В 1955 г. Ефрем Павлович окончил с отличием физико-математический факультет Московского городского педагогического института им. В.П. Потемкина, где он был студентом Б.А. Воронцова-Вельяминова и М.М. Дагаева. Затем прошел действительную службу в рядах Советской Армии, в войсках связи в Ахалкалаки (Грузия). В армии по просьбе своего непосредственного начальника, лейтенанта, читал астрономические лекции... В 1966 г. Е.П. Левитан защитил кандидатскую диссертацию в МГПИ им. Ленина (научный руководитель – профессор Р.В. Куницкий), а в 1991 г. –

в НИИ средств обучения и учебной книги АПН СССР – докторскую по проблемам школьного астрономического образования. Диссертация была представлена в виде научного доклада, отразившего его уже многочисленные к тому времени публикации, и была первой в нашей стране докторской на эту тему. Е.П. Левитан был и оставался до конца ведущим российским специалистом в данной области.

В 1954 г. Ефрем Павлович начал свою педагогическую деятельность: работал в Москве учителем физики и астрономии в школе № 125 г. Москвы и с перерывами работал в школах до 2006 г. В 1960–1970-х гг. на протяжении свыше 15 лет он преподавал методике астрономии в Московском городском институте усовершенствования учителей (в том числе в должности и.о. профессора). По книге Е.П. Левитана “Методика преподавания астрономии в средней школе” (Просвещение, 1965) более 25 лет обучались студенты ведущих педагогических институтов нашей страны и работали учителя. Он был членом Совета по подготовке астрономических кадров (СПАК) при АН СССР (председатель – академик В.В. Соболев).

Совершенно особую роль сыграл Е.П. Левитан в развитии любительской астрономии. В 1960–1964 гг. он был штатным Ученым секретарем Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО) при АН СССР и уделял большое внимание развитию учебно-методической работы (вместе с В.В. Радзиевским и А.Б. Маринбахом), которая проводилась в десятках городов нашей страны, а также развитию любительской астрономии (вместе с В.А. Бронштэном и Б.Г. Пшеничнером) и любительского телескопостроения в СССР (вместе с М.М. Шемякиным).

На протяжении нескольких десятилетий деятельность Е.П. Левитана была связана с Московским планета-

рием, где он прошел путь от экскурсовода до одного из ведущих лекторов-методистов и члена Ученого совета Планетария. В работу по реконструкции Московского планетария он включился в самом ее начале и в качестве члена Ученого совета Московского планетария принимал участие в подготовке его открытия 12 июня 2011 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 1).

С 1964 г. и до конца жизни основным местом работы Ефрема Павловича оставалось издательство “Наука” РАН. Е.П. Левитан не только возглавлял (с 1964 г. на протяжении 48 лет!) коллектив редакции научно-популярного журнала Президиума РАН “Земля и Вселенная”, но и был одним из создателей (вместе с Д.Я. Мартыновым, тогда директором ГАИШ МГУ) этого широко известного (хотя и переживающего ныне нелегкие дни) журнала. Взыскатель-

ный редактор, он читал каждую новую статью, а деликатное отношение к авторам даже при критике создавало всегда наиболее эффективную творческую атмосферу для такого сотрудничества (что бывает не часто!).

Работу в журнале Ефрем Павлович постоянно совмещал с научно-педагогической и писательской деятельностью, проявив себя в этой области талантливым журналистом и автором множества научно-популярных книг для юношества и особенно для детей. Общий список публикаций Е.П. Левитана включает более 680 наименований. Среди них вышедшие в свет в 1964–2011 гг. книги “Природа солнечных пятен”, “Методика преподавания астрономии”, “Основы обучения астрономии”, “Дидактика астрономии”, “Книга для учителя”, учебник “Астрономия-11” (12-е издание вышло в свет в



Занятия астрономического кружка проводит Ефрем Левитан. 1950 г.



Ефрем Павлович Левитан в редакции журнала "Земля и Вселенная". Март 2009 г.

2007 г.), "Астрофизика – школьникам", "Физика Вселенной", "Краткая астрономия", "Эволюционирующая Вселенная", серия книг по астрономии и космонавтике для детей и др.

Учебник Е.П. Левитана "Астрономия-11" до сих пор используется в качестве основного в тех школах, где еще преподают астрономию (изъятую из школьной программы по непростительному недомыслию властных органов). Неоценимым вкладом в дело школьного преподавания и общего просвещения стали его монографии "Дидактика астрономии", "Вселенная школьника XXI века", "Физика Вселенной". Для младших школьников московское издательство "Белый город" выпустило серию из 10 книжек "Астрономия для умных детей": "Твое Солнышко", "Луна – внучка Солнышка", "В семье Солнышка танцуют все", "Звезды – солнышкины сестрички", "Маленькие

планетки", "Длинноволосые звезды", "Камни, которые упали с неба", "Звездные картинки", "Наш звездный город – Галактика" и "Ау, инопланетяне!". Наконец, детей всех возрастов не могут не увлечь такие книги-сказки Е.П. Левитана, как "Малышам о звездах и планетах", трилогия по занимательной астрономии ("Алька в Солнечном королевстве", "Как Алька с друзьями планеты считал", "Странствия Альки и гномов по Млечному Пути"), в 2010 г. переизданная в виде книги "Сказочная Вселенная" в "Издательском доме Мещерякова" и в 2011 г. – в "ЭКСМО", "Твоя Вселенная", "Путешествия по Вселенной", "Звездные сказки", своеобразные детские энциклопедии – "Астрономия от А до Я", "Космонавтика от А до Я", "Как открыли Вселенную", "Занимательная физика". Эти увлекательные, умные и доступные пониманию ребенка книги Ефрема Павловича

могут послужить своего рода противовесом для детских умов в нашу эпоху подогреваемого жадой наживы разнузданного раздолья и распространения книжной макулатуры...

Многие годы Е.П. Левитан активно участвовал в работе Всесоюзного общества “Знание”, являясь членом бюро Научно-методического совета по пропаганде астрономии и космонавтики (этот Совет возглавлял академик В.П. Глушко) и членом Научно-методического совета Московской организации общества “Знание”. Ефрем Павлович постоянно выступал с лекциями и докладами на объединенных встречах учителей физики и астрономии, на совещаниях руководителей школ в Москве и во многих других городах.

По инициативе Е.П. Левитана было организовано преподавание астрономии в Средних производственно-технических училищах (СПТУ). Он составил

программу, рассчитанную на 16 часов, написал оригинальный учебник “Астрономия” (Высшая школа, 1979, 1983, 1988), который в 2003 г. переиздали в виде пособия по самообразованию (“Краткая астрономия”), и книги для преподавателей астрономии “Преподавание астрономии в средних ПТУ” (Высшая школа, 1974, 1977) и “Основы обучения астрономии” (Высшая школа, 1987).

Е.П. Левитан глубоко интересовался философскими вопросами астрономии, научными и философскими проблемами SETI. Этому уделено внимание в ряде его книг и статей. Он активно содействовал тому, чтобы тематика, связанная с SETI, постоянно освещалась на страницах журнала “Земля и Вселенная” с № 1, 1965 г. Ефрем Павлович содействовал также организации Научно-культурного центра SETI при Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, членом ко-



Академик В.М. Котляков, доктор технических наук Г.А. Полтавец, доктор педагогических наук Е.П. Левитан, доктор философских наук В.В. Казютинский, доктор физико-математических наук Ю.А. Рябов и член-корреспондент РАН И.И. Мохов после заседания редколлегии журнала “Земля и Вселенная”. 2009 г.



Е.П. Левитан после награждения на XI Конференции Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского орденом “За выдающиеся заслуги в деле пропаганды знаний в области космонавтики”. 10 июня 2008 г.

торой являлся со времени учреждения этой Академии. Е.П. Левитан был членом Ученого совета Научно-культурного центра SETI, в который он входил, начиная с его первого состава.

Деятельность Е.П. Левитана была отмечена многими наградами – медалями СССР и России, Почетными знаками академий (РАЕН, РАКЦ, МАИ), Дипломами, Почетными и благодарственными грамотами АН СССР и РАН, Министерства просвещения – знаком

“Отличник просвещения СССР”, Союза журналистов, издательств “Наука” и “Просвещение”. Его имя носит малая планета 16516 – ЕФРЕМЛЕВИТАН (Efremlevitan).

Кончина Е.П. Левитана после долгой и очень тяжелой болезни – невосполнимая утрата для всех, кому посчастливилось быть рядом с Ефремом Павловичем, и для тех, кто не был с ним знаком, но согревался теплом его души. Ушел от нас светлый и деятельный человек, который за свою жизнь много полезного успел сделать для других. Без него всем нам будет трудно жить. Но добрый след его дел не только останется в нашей памяти, но и – в этом мы убеждены – отразится в деятельности не одного поколения любителей астрономии и просветителей-популяризаторов этой благороднейшей из наук...

Мы все – ближайшие сотрудники Ефрема Павловича Левитана в редакции и редколлегии, его ученики, многочисленные авторы публикаций в журнале “Земля и Вселенная”, который был его неизменной любовью и главным детищем, – будем помнить его как замечательного человека, чуткого руководителя, талантливого редактора, самоотверженного труженика науки и очень яркую и светлую личность. Добрая память о Ефреме Павловиче навсегда сохранится в наших сердцах.

Слова соболезнования, присланные в редакцию журнала “Земля и Вселенная”

1

Дорогие коллеги!

Примите мои искренние выражения глубокой скорби по поводу безвременной кончины незабвенного Ефрема Павловича Левитана, соучредителя научно-популярного журнала Президиума Российской академии наук “Зем-

ля и Вселенная", бесценно и беззаветно служившего делу популяризации астрономической науки в течение многих лет. Мир праху Его!

*Главный редактор журнала "Земля и Вселенная"
член-корреспондент РАН
В.К. Абалакин.*

2

ГАИШ МГУ с прискорбием сообщает, что 31 марта 2012 г. на 78 году жизни скончался доктор педагогических наук Ефрем Павлович Левитан – человек, который очень много сделал для развития и популяризации астрономии в нашей стране. Во многом благодаря его усилиям удалось хоть в каком-то виде сохранить преподавание астрономии в школе после начала печально известных реформ. Ефрем Павлович – автор нескольких сотен научно-популярных статей, заметок, книг для школьников и методических разработок. Его учебник "Астрономия" переиздавался 12 раз, а по книге "Методика преподавания астрономии в средней школе" более 25 лет обучались студенты педагогических институтов и работали учителя.

Многие астрономы, как любители, так и профессионалы, воспитывались на журнале "Земля и Вселенная", в котором он был бессменным заместителем главного редактора с 1964 г., т.е. с момента основания журнала. Е.П. Левитан много сил отдал работе во Всесоюзном астрономо-геодезическом обществе при АН СССР, активно участвовал в работе Всесоюзного общества "Знание". На протяжении нескольких десятилетий деятельность Е.П. Левитана была связана с Московским планетарием, где он прошел путь от экскурсовода до члена Ученого совета Планетария, и в успешном завершении реконструкции Планетария г. Москвы есть и его немалая заслуга.

Светлая память о Ефреме Павловиче Левитане навсегда сохранится в наших сердцах. Мы приносим самые искренние соболезнования родным и близким.

Директор ГАИШ МГУ академик А.М. Черепашук.

3

Тяжелая утрата для всех, кому посчастливилось быть рядом с Ефремом Павловичем, и для тех, кто не знал, но согревался теплом его души. Ушел от нас светлый и деятельный человек, который много полезного успел сделать для других за свою жизнь. Без него всем нам будет трудно жить, но добрый след его дел останется на много поколений. С ним всегда было приятно, полезно и интересно общаться. Очень жаль, что не успели о многом поговорить. Прости, дорогой Ефрем Павлович. Добрая память о Ефреме Павловиче навсегда сохранится в моей душе и памяти.

*Главный научный сотрудник
Научно-исследовательского института ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор И.С. Веселовский.*

4

От имени НИИ астрономии и кафедры астрономии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина выражаю Вам глубокое сочувствие в связи с кончиной Ефрема Павловича Левитана, который так много

сделал для развития профессиональной и любительской астрономии Советского Союза и России.

*Директор Научно-исследовательского института
астрономии Харьковского национального университета (Украина),
доктор физико-математических наук,
профессор Ю.Г. Шкуратов.*

5

Астрономическая общественность Республики Беларусь глубоко скорбит по Ефрему Павловичу Левитану. Ушел из жизни великий педагог и энтузиаст школьной астрономии. Соболезнование семье и ученикам Ефрема Павловича.

*Авторы белорусского школьного учебника по астрономии
И.В. Галузо, В.А. Голубев, В.А. Шимбалёв.*

6

Уважаемые коллеги!

Я глубоко скорблю по случаю кончины Ефрема Павловича Левитана – выдающегося российского ученого, организатора и популяризатора астрономической науки. Мы, к сожалению, не были знакомы лично, но его дружеское участие в судьбе казахстанской астрономии мы ощущали постоянно. Вечная ему благодарная память от всех казахстанских астрономов!

*Со скорбью,
директор Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова
(Алматы, Казахстан) профессор Л.М. Чечин.*

7

Дорогие родные Ефрема Павловича, члены редколлегии журнала “Земля и Вселенная”! Примите глубокие соболезнования по поводу кончины Ефрема Павловича Левитана. Сотрудники Научно-исследовательского института “Крымская астрофизическая обсерватория” глубоко скорбят вместе с вами. Как тяжело терять нам добрых наших близких людей, талантливых и великих тружеников. Как жаль, что они уходят от нас. Память о Ефреме Павловиче останется не только в наших сердцах, но и у будущих поколений Землян – имя его сохранится в названии малой планеты 16516 ЕФРЕМЛЕВИТАН.

*От имени коллектива Института
и.о. директора НИИ “КрАО” А.Н. Ростопчина-Шаховская,
научный сотрудник НИИ “КрАО” Л.И. Черных.*

8

С глубоким прискорбием узнали о кончине Ефрема Павловича Левитана. От всего коллектива Института астрономии РАН примите самые сердечные соболезнования. Для всех нас имя Ефрема Павловича неотделимо от журнала “Земля и Вселенная”, душой которого он, бесспорно, являлся. Он был его организатором и впоследствии почти полвека руководил всей редакционной деятельностью, отдавая журналу свои силы, талант, знания, опыт – благодаря этому журнал завоевал заслуженный авторитет как луч-

шее научно-популярное издание в данной области. Мы также будем помнить Ефрема Павловича как прекрасного педагога, писателя, журналиста, неумоимого популяризатора астрономических знаний среди самых различных возрастов – от малышей до профессиональных специалистов. Познавательные и увлекательные книги, статьи, учебные пособия останутся для будущих поколений читателей. Многогранная и обширная деятельность Ефрема Павловича – следствие его незаурядного таланта, целеустремленности, широкой эрудиции, увлеченности наукой. Светлая память об Ефреме Павловиче останется в наших сердцах.

*От коллектива Института астрономии РАН:
научный руководитель ИНАСАН академик А.А. Боярчук,
директор ИНАСАН член-корреспондент РАН Б.М. Шустов,
заместитель директора член-корреспондент РАН Д.В. Бисикало,
ученый секретарь Д.А. Птицын.*

9

Выражаем глубокое соболезнование редакции журнала “Земля и Вселенная” в связи с кончиной крупного ученого, астронома, популяризатора науки, методиста, писателя, создателя и бессменного руководителя журнала Левитана Ефрема Павловича. С ним нас связывало многолетнее знакомство и сотрудничество. Светлая память о нем сохранится в наших сердцах.

*Доцент
Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина,
преподаватель астрономии Е.Б. Гусев.*

10

Сотрудники Николаевской астрономической обсерватории выражают искренние соболезнования в связи с тяжелой утратой – смертью академика РАЕН, доктора педагогических наук Ефрема Павловича Левитана, известного просветителя и популяризатора астрономической науки, одного из создателей и руководителей редакции журнала “Земля и Вселенная”. Астрономам, в том числе и сотрудникам нашей обсерватории, его имя известно, прежде всего, по научно-популярным книгам, с которых у многих и начинался интерес к астрономии. Передаем наши соболезнования родным и близким Ефрема Павловича. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах.

*От имени сотрудников НИИ
“Николаевская астрономическая обсерватория”
директор Г.И. Пинигин.*

Клавдий Птолемей

(К 1925-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Клавдий Птолемей (ок. 87–165) – один из самых знаменитых древнегреческих астрономов и математиков во всей истории науки и одна из самых загадочных и противоречивых в ее исторических оценках личностей. Созданная им во II в. н.э. первая полная теория видимого движения небесных тел – Солнца, Луны и планет – вершина всей математической древнегреческой

астрономии. В течение полутора тысяч (!) лет она определяла во всем мире представления об устройстве Вселенной. Вместе с тем она служила опорой для весьма точных по тем временам астрономических таблиц, по которым можно было определить в любой момент положение светил на небе, а по ним свое положение на суше и на море.



Клавдий Птолемей. Гравюра Э.С. Филимонова со старинного изображения (А.И. Еремеева. "Выдающиеся астрономы мира". М.: Книга, 1966, с. 30).

О ЖИЗНИ И ПРЕДШЕСТВЕННИКАХ ПТОЛЕМЕЯ

Биографических сведений о Клавдии Птолемея почти не сохранилось. О годах его жизни историки могут судить лишь по косвенным данным из его же сочинений и сочинений авторов близкого к нему времени: ок. 100 – ок. 165; ум. в 168; ок. 87–165. Местом его рождения также указывались разные города: от Верхнего Египта (Гермиева Птолемаида) до дельты Нила (г. Пелузий, к востоку от дельты Нила). В раннее средневековье писали о его якобы 40-летней деятельности в г. Канопе (современный г. Абукир) в западной части дельты Нила. Ему приписывали происхождение либо из греков в эллинистическом Египте, ставшем частью Греции после завоеваний Александра Македонского, либо из местных египтян, но уже носителей эллинской культуры, и даже – на уровне легенд поздней античности и в средние века – принадлежность едва ли не к царскому роду. (Как известно, в Египте после смерти Александра Македонского

правили многие поколения новых “фараонов” – царей из династии Птолемеев, основанной одним из его бывших военачальников). Более точно известно лишь, что Клавдий Птолемей действительно родился в эллинистическом Египте и, видимо, имел римское гражданство (судя по его римскому имени, а также учитывая, что в 30 г. до н.э. Египет стал греческой провинцией Римской империи). Большую часть жизни он жил и работал в крупнейшем культурном и научном центре Средиземноморья Александрии (достоверно в период 127–141 гг., а по косвенным данным до 161 г. или до конца жизни), в ее знаменитой академии – Александрийском Музее, славившемся богатейшим книгохранилищем. Здесь Птолемей мог получить свои знания обо всех своих предшественниках и главное – о трудах великого родоначальника точной наблюдательной и теоретической древнегреческой астрономии Гиппарха (180/190 – 125 гг. до н.э.).

ФОРМИРОВАНИЕ АППАРАТА НОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ ДО ПТОЛЕМЕЯ

При объяснении видимых неравномерных и сложных движений небесных светил древнегреческие астрономы, считавшие истинными для совершенного Космоса лишь движения круговые и равномерные, ставили своей целью, впервые провозглашенной Платоном в IV в. до н.э., описать видимые движения небесных тел комбинацией таких совершенных равномерных круговых. Эту главную задачу они называли “спасением явлений” (а мы назвали бы разложением сложного явления на простые элементы, понимаемые, однако, как вспомогательные образы).

Метод описания неравномерного кругового движения через равномерные нашел Аполлоний Пергский в III в. до н.э., представив его как результат сложения двух равномерных круговых. В его схеме по одной окружности (“не-



Александрия в дельте Нила. Старинная гравюра.

сущей”, по греч. деферент) равномерно двигался центр другой окружности (“вторичной”, эпицикл), на которой было закреплено небесное тело¹. Тогда при наблюдении из центра первой видимое положение тела оказывалось то дальше, то ближе, а движение его выглядело неравномерным, то складываясь, то вычитаясь из движения по деференту. Перейдя от физических образов к чисто геометрическим, Гиппарх ввел в астрономию вместо более древней картины небесных сфер (вместе с которыми якобы двигались закрепленные на них планеты) образ орбиты, при-

¹ Не исключено, что источником такой схемы могла стать древнейшая, “египетская” система мира, геоцентрическая в целом, но с движением Венеры и Меркурия вокруг Солнца, а вместе с ним – вокруг Земли. О существовании такой системы до сих пор спорят историки, но упоминания о ней встречаются на протяжении всей известной истории астрономии.

чем особого вида – эксцентрика (круговой орбиты, центр которой не совпадал с центром мира – Землей). Последнее впервые позволило ему ввести понятия наиболее далекой и наиболее близкой точек орбиты (апогей и перигей). Гиппарх использовал этот метод для описания движений Солнца и Луны, остроумно упростив схему Аполлония. Задав одинаковые по скорости, но противоположные по направлению движения по деференту и эпициклу, он показал, что при этом движение тела будет равнозначно движению по единственной окружности – эксцентрику. Так он впервые смог объяснить неравномерность видимого движения главных светил – Солнца и Луны и открытую за несколько веков до него неодинаковую продолжительность сезонов года и даже определить эксцентриситет видимой солнечной орбиты и долготу ее апогея. Это позволило Гиппарху впервые построить достаточно точную количественную математическую теорию неравномерного видимого движения Солнца и Луны и открыть первое неравенство в движении последней (уравнение центра).

ПТОЛЕМЕЙ – НАСЛЕДНИК ГИППАРХА

Спустя почти 300 лет после смерти Гиппарха Птолемей стал его достойным продолжателем. Его главное сочинение “Большое математическое построение” в 13 книгах (“Мегале синтаксис”²), сложными путями ставшее известным создателям новой мировой империи – арабского халифата (сначала через Индию, куда оно дошло уже в V в., а затем при завоевании арабами Александрии в VII в.), получило от ученых исламской культуры имя “Аль Мегистэ” (“Величайшее”). Дойдя в IX в. до континентальной Европы в первом (после многих попыток) удачном араб-

²В ссылках на него сам Птолемей называл свое сочинение и более скромно: “Математике синтаксис”.

КЛАВДИЙ ПТОЛЕМЕЙ

АЛЬМАГЕСТ

ИЛИ

Математическое сочинение
в тринадцати книгах

*

Перевод с древнегреческого
И.Н.Веселовского



МОСКВА
НАУКА • ФИЗМАТЛИТ
1998

Титульный лист русского издания “Альмагеста”.

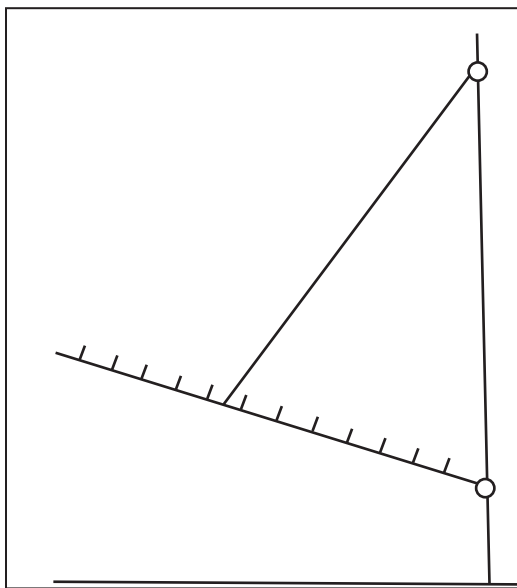
ском переводе Сабита ибн Корры, сочинение Птолемея обрело латинизированное название “Альмагест”. Этот великий труд представляет собою энциклопедию астрономических и математических знаний древнегреческого мира. Сочинение Птолемея сыграло и еще одну неоценимую роль в истории науки, сохранив наследие самого Гиппарха (сочинения которого были почти полностью утрачены). Из “Альмагеста” астрономы последующих веков впервые узнали о выдающемся звездном каталоге Гиппарха (ок. 850 звезд), который Птолемей включил в свое сочинение, дополнив наблюдениями астрономов I в. н.э. (Менелая Александ-

рийского и др.), а также собственными наблюдениями звезд северного неба. Его каталог насчитывает 1025 звезд (кроме обычных, в него были включены три “туманные звезды”, оказавшиеся скоплениями звезд, а одна даже целой звездной системой-галактикой в созвездии Андромеды, единственная в Северном полушарии доступная невооруженному глазу).

Птолемею принадлежит изобретение двух новых инструментов. Один из них – угломерный инструмент (позднее известный как трикветрум, или тройная рейка) для измерений высоты или зенитного расстояния светила в меридиане. С его помощью Птолемей, измерив высоту Луны в момент, когда она имела наибольшую (эклиптическую) широту (период “высокой” Луны), весьма точно определил наклон лунной орбиты к эклиптике в $5^{\circ} 0'$. Этот инструмент стал прообразом стенных кругов. В виде четверти или шестой части круга – квадрантов и секстантов – они использовались в качестве основных измерительных инструментов в течение многих веков дотелескопической астрономии, продолжая служить астрономам и после изобретения телескопа (а точнее – первого рефрактора, 1611 г.), который еще длительное время употреблялся при них для гидирования – более точного наведения на светило.

Другим изобретением Птолемея стал инструмент для измерений эклиптических координат – долготы и широты звезд, названный им “астролабон” (или астролябон)³.

³В русском переводе “Альмагеста” его называют астролябией. Однако в “Истории астрономии” А. Паннекука (см. рус. пер. 1966 г.) указывается, что астролябон Птолемея не был предшественником распространенного у арабов главного переносного инструмента – астролябии. Вместе с тем внешний вид инструмента, скорее, говорит об обратном. Квадранты же и секстанты, особенно в стационарной установке, обеспечивавшие весьма высокую точность из-

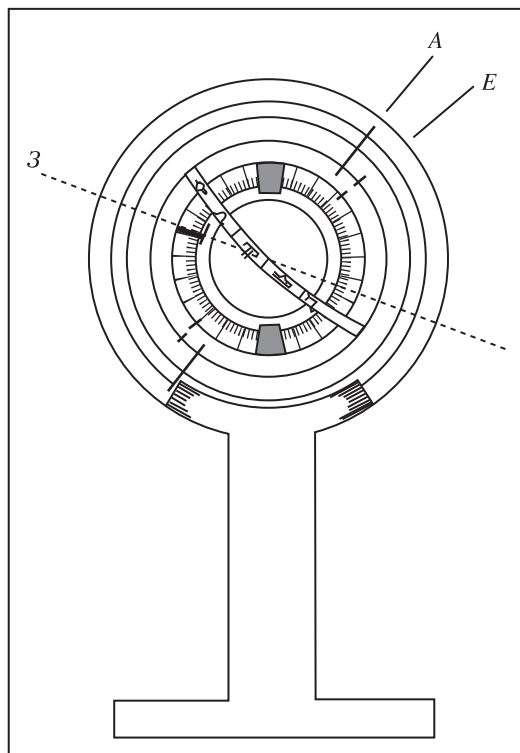


Принцип устройства трикветрума Птолемея (А. Паннекук. “История астрономии”. М.: 1966, с. 168).

На основании новых наблюдений (собственных, а также астрономов I в.) Птолемей подтвердил главное открытие Гиппарха – прецессии (предварения равноденствий). Но из-за недостаточной точности своих измерений долгот звезд, а также, очевидно, под воздействием авторитета своего великого предшественника он принял за постоянную прецессии более позднюю ее оценку Гиппархом – 1° в 100 лет ($36''$ в год) вместо его же первой, оказавшейся более точной ($48''$ в год⁴). При включении звездного каталога Гиппарха в

мерений, благодаря почти неограниченным возможностям увеличения своих размеров (радиус самого большого квадранта на Самаркандской обсерватории Улугбека достигал 40 м!), на многие века стали основными измерительными инструментами сначала арабской, а затем и европейской и вообще мировой астрономии.

⁴В действительности $50,29''$ в год.



Астролябон Птолемея (А. Паннекук. "История астрономии". М.: 1966, с. 166).

свой новый каталог Птолемей перевычислил гиппарховы эклиптические координаты звезд с учетом изменения их долгот за прецессию, воспользовавшись оценкой постоянной прецессии в 36" в год. В течение последующих веков астрономы, составляя новые звездные каталоги, так и поступали – перевычисляли координаты звезд из старых каталогов с учетом прецессии (правда, сама постоянная прецессии постепенно уточнялась ими. Первый каталог на основании новых наблюдений был составлен только в XV в. великим самаркандским астрономом Улугбеком).

Неоправданно подойдя с той же меркой к древнегреческому астроному-теоретику Птолемею, некоторые европейские астрономы-историки уже в XVIII в. стали высказывать сомне-

ния вообще в самостоятельности его наблюдений. В наше время американский историк астрономии Р. Ньютон, автор книги с броским названием "Преступление Птолемея", и вовсе обвинил Птолемея в плагиате. Но такой подход к науке прошлых веков антиисторичен. Птолемей в духе своего времени не упоминал при каждом случае имени предшественников. (С таким же основанием чуть ли не всех древнегреческих астрономов, учившихся у египтян и вавилонян и внедривших многие их достижения без ссылок в науку Греции, можно обвинять в том же...) И хотя Птолемей описывает и свои собственные измерения положений звезд, наблюдения вовсе не были для него основным занятием. Астрономию он определял как "математическое изучение неба". Вместе с тем все его сочинение свидетельствует о глубоком восхищении автора и даже преклонении перед гением его великого предшественника Гиппарха.

"АЛЬМАГЕСТ" – ВЕРШИНА ДРЕВНЕГРЕЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ

Научным подвигом Птолемея стало создание им первой полной математической теории сложного видимого движения всех известных небесных тел – не только Солнца и Луны, но и планет, что составило "систему мира" Птолемея. Величайшей заслугой Птолемея является усовершенствование имевшихся и в еще большей степени создание новых математических теорий этого движения. Он улучшил математический аппарат астрономии – сферическую тригонометрию, вычислил таблицу синусов для острых углов от 0 до 180° с шагом всего в 30' в виде таблицы хорд, стягивавших определенные дуги-углы⁵. Этой таблицей Птолемея

⁵ Греки измеряли углы как отношения длин хорды к полуокружности. Тригонометрические функции – синусы и т.п. ввели позднее индийские математики, а за ними арабы.

астрономы пользовались в течение нескольких веков. Он уточнил, следуя Гиппарху, по картине теней при затмениях метод расчета относительных расстояний Солнца и Луны. Но особенно ценным оказался придуманный им гениальный по своей эффективности метод моделирования небесных движений с помощью введенного им нового образа – экванта (см. ниже).

Начинается “Альмагест” с главных мировоззренческих утверждений. В первой книге Птолемей излагает и обосновывает постулаты современной ему и общепринятой тогда геоцентрической астрономической картины мира. Птолемей, как ему казалось, более доступно, чем Аристотель, доказывает шарообразность Земли (тем, что видимая площадь ее поверхности растёт с подъёмом наблюдателя на гору); обосновывает сферичность и вращение небесного свода; центральное положение Земли во Вселенной и особенно ее неподвижность. При этом он критически анализирует и существовавшую до него противоположную теорию, а именно первую негеоцентрическую систему мира пифагорейцев с подвижной и вращающейся Землей.

Понимая, что наблюдаемый эффект – вращение небесного свода – мог бы иметь относительный характер как отражение вращения Земли (греческим мореходам давно был известен принцип относительности движения), Птолемей приводил весьма убедительные по тем временам физико-космологические аргументы в пользу ее неподвижности. Он ссылаясь на огненную природу и, следовательно (с точки зрения общепринятой тогда аристотелевой физической картины мира), большую подвижность “легких” звезд по сравнению с тяжелой Землей. Но главное, опираясь на жизненный опыт, Птолемей резонно указывал, что незакрепленные предметы на поверхности вращающейся Земли должны были бы отбрасываться в пространство центробежной силой. (И в принципе он

был прав. Спустя полторы тысячи лет в специальных экспедициях астрономы по точным наблюдениям качания маятника действительно обнаружили это уменьшение силы тяжести на экваторе из-за наибольшей здесь линейной скорости вращения по сравнению с более высокими широтами. И лишь колоссальная масса Земли по сравнению со всем, что на ней находится, сводит практически к нулю такой центробежный эффект (который станет весьма опасным для первых посетителей, например, астероидов...).

Математические основания астрономии изложены в первых двух книгах “Альмагеста”. В них же описаны основные астрономические явления, известные тогда: суточное вращение небесной сферы, зависимость продолжительности дня, а также моментов восхода и захода звезд от географической широты. В третьей книге “Альмагеста” излагается, целиком по Гиппарху, теория видимого движения Солнца и его следствия, например определенная длина года. В книге четвертой Птолемей существенно развивает гиппархову теорию движения Луны. Усложнив модель Гиппарха, в которой движение Луны объяснялось движением по эксцентрику, он ввел дополнительный эпицикл, а центр лунного деферента-эксцентрика заставил обращаться вокруг Земли. Сверх того, Птолемей ввел колебательное движение плоскости первого лунного эпицикла, назвав это “просневзис”⁶. Все это позволило предвычислять положения Луны с погрешностью менее 10' – по тем временам весьма высокая точность! Благодаря этому, помимо уже открытого Гиппархом неравенства в движении Луны, проявляющегося вблизи соединений и противостояний, Птолемей смог от-

⁶Этот эффект в X в. описал Абу-ль-Вэфа, быть может, не без влияния Птолемея. Эффект оказался реальностью и окончательно был независимо открыт как еще одно лунное неравенство в XVI в. Тихо Браге.

крыть новое, еще более важное неравенство, проявляющееся в квадратурах, – эвекцию (которую, впрочем, уже подозревал и Гиппарх). В пятой книге, помимо описания астролябона, даны оценки расстояний до Луны и Солнца в земных радиусах (59 и 1210 соответственно). Близкий к этому результат, но лишь как относительную оценку, что Солнце дальше Луны в 19–20 раз, впервые получил Аристарх Самосский еще в III в. до н.э. В земные радиусы их впервые перевел, при этом уточнив, Гиппарх, а за ним это подтвердил Птолемей.

Новая теория движения Луны позволила Птолемею уточнить теорию затмений (она изложена у него в книге шестой). Вместе с тем возникавшую в эпициклической модели трудность – необходимость изменения в течение месяца почти вдвое видимого поперечника лунного диска, чего не наблюдается, Птолемей просто не принимал во внимание. Ведь главной задачей для него как теоретика было “спасение явлений” в астрометрическом и кинематическом смысле, то есть достижение совпадения предсказаний теории с видимыми положениями и движениями тел на небесном своде.

Книги седьмая и восьмая посвящены звездам. Первая содержит упоминавшийся уже каталог звезд, вторая – список созвездий северного (27) и южного (21) неба. Сравнив некоторые новые измерения положений звезд с измерениями Гиппарха и еще более старыми – Тимохариса и Аристилла (III в. до н.э.), Птолемей, как уже говорилось, подтвердил реальность прецессии – одного из главных открытий Гиппарха. Здесь же Птолемей впервые очень подробно описал всю внешнюю картину Млечного Пути, а также составил описание небесного глобуса с указанием многочисленных ярких звезд. По нему можно было определять их восходы и заходы в различных широтных поясах Земли. Большинство имен созвездий с вавилонскими истоками дошли до на-

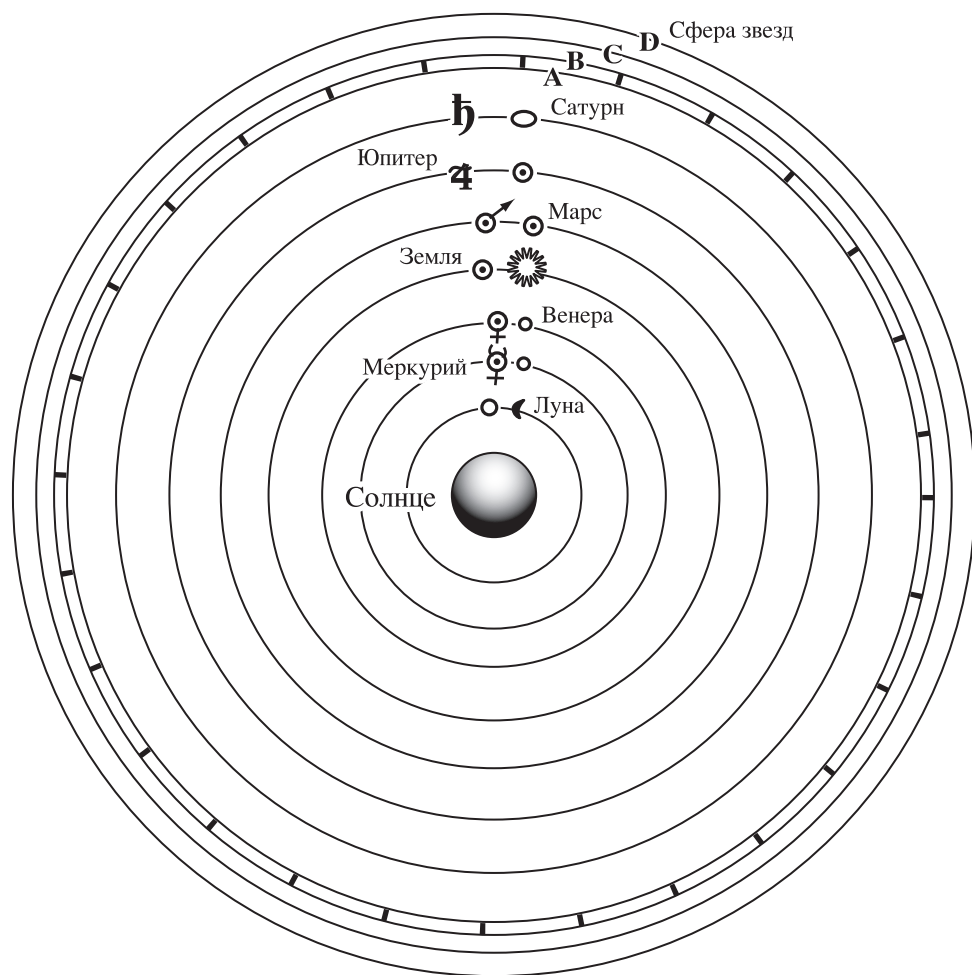
ших дней. Одно из бросающихся в глаза отличий: Весы у него – Клешни (от соседнего созвездия Скорпиона).

ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ У ПТОЛЕМЕЯ

Последние пять книг “Альмагеста” (IX–XIII) содержат главный научный вклад Птолемея – его гениальную, первую в истории астрономии полную и весьма точную математическую теорию движения планет. Ее создание было настоящим научным подвигом Птолемея. Почти шесть веков (начиная с Платона) эту задачу вообще считали неразрешимой. Гиппарх отступил перед нею, создавая недостаточность имевшихся в его время наблюдательных данных. Но с самоотверженностью истинного ученого он начал трудоемкую, особенно при тогдашних примитивных инструментах, работу по систематическому наблюдению планет с целью накопления материала для будущих исследователей. В частности, Гиппарх первым определил средние периоды обращения планет.

В основу теории Птолемея легли все наблюдательные данные – от древне-вавилонских (VIII в. до н.э.) до результатов Гиппарха и более поздних – Менелая Александрийского (I в. н.э.).

Птолемей решал проблему с тех же общепринятых тогда геоцентрических позиций (отклонив известную ему гелиоцентрическую гипотезу именно как чисто умозрительную, не подтверждаемую наблюдениями!), чем неимоверно усложнил себе задачу. Но как математик он блестяще справился с нею. Сложные неравномерные и петлеобразные видимые движения планет он представил как результат сложения круговых равномерных движений по вспомогательным окружностям деферентам и эпициклам, часть которых к тому же представил эксцентриками. Для каждого тела подбиралась своя система их, так что каждый предыдущий эпицикл в ней служил деферентом для последующего. Планета помещалась



Геоцентрическая система мира Птолемея.

на последнем, верхнем эпицикле, совершая равномерное движение вокруг его центра и вместе с ним участвуя во всем наборе движений по остальным окружностям. Для соответствия наблюдаемым движениям приходилось подбирать относительные размеры и наклоны этих окружностей, как к эклипике, так и между собой, равно как и величины эксцентриситетов для эксцентриков.

Наиболее эффективной оказалась одна особая деталь в модели Птолемея. Центр самого нижнего, первого деферента для каждой планеты не

только не совпадал с центром Земли. Такие, немного “сбитые” с центра Мира орбиты – эксцентрики, по которым *равномерно относительно их центров* двигались, например, Солнце и Луна, были уже в моделях Гиппарха. У Птолемея же впервые движение по нижнему деференту не было равномерным и относительно его собственного центра, то есть переставало быть, строго говоря, равномерным круговым! Равномерным оно представлялось лишь из особой точки, располагавшейся по другую сторону от Земли симметрично с центром деферента. Такая уравнивающая дви-

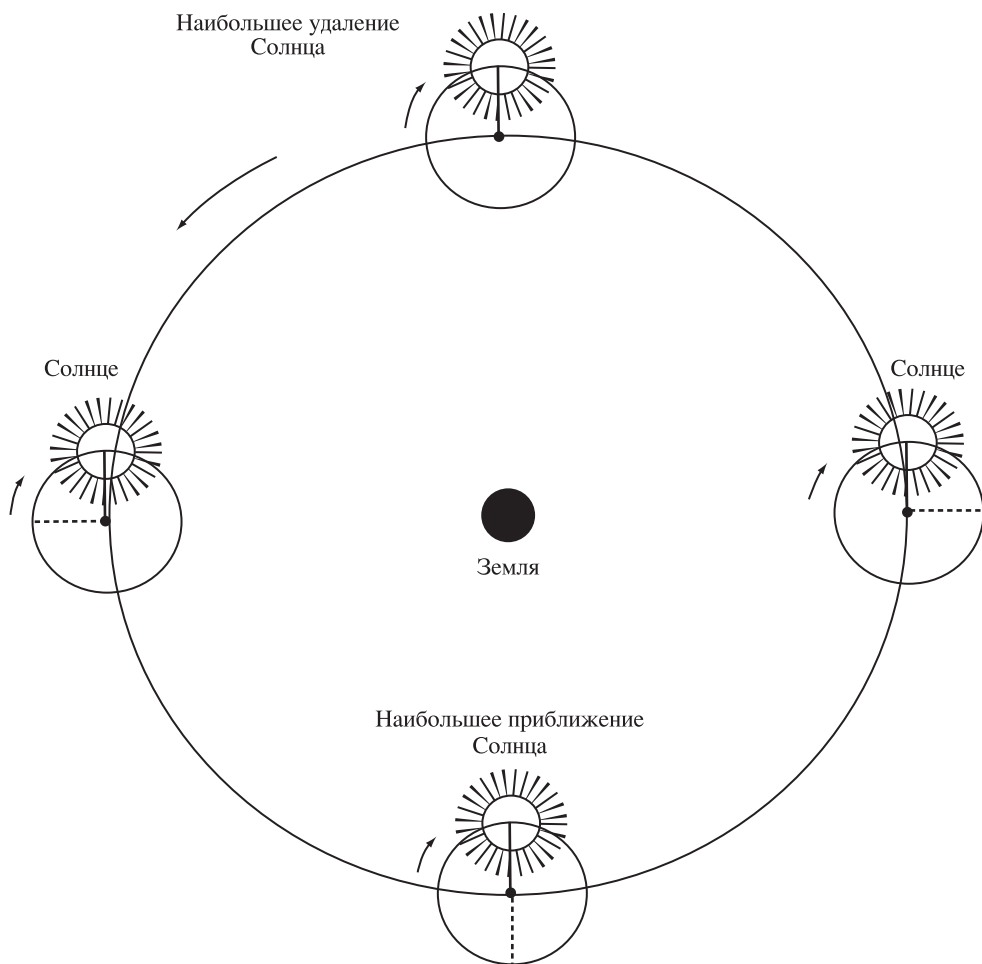


Схема движений по эпициклам и деферентам.

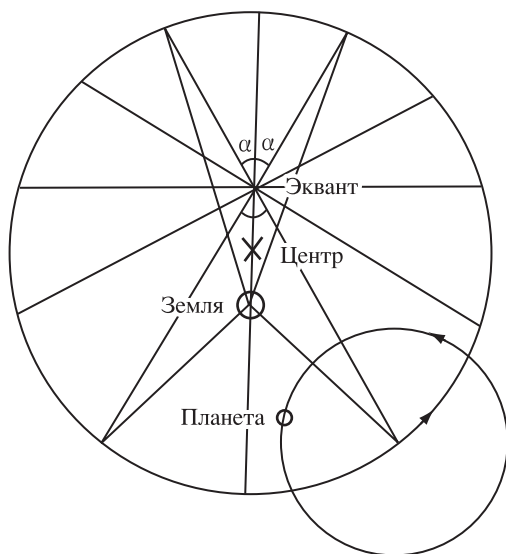
жение точка так и была названа им “уравнивающей” (по-гречески – эквант). Хотя эквант обеспечивал весьма хорошее совпадение теории Птолемея с наблюдениями (ошибка в определении положения планет не превышала $10'$), введение этой, казалось, совершенно лишней, усложняющей и без того громоздкую конструкцию детали не было понято астрономами последующих веков. Эквант был отвергнут выдающимся среднеазиатским астрономом и математиком Насирэддином Туси (XIII в.), который сумел построить достаточно точную, усложненную теорию без эк-

ванта. В XVI в. его “изгнал” Коперник из своей гелиоцентрической теории, в которой из-за принятия также кругового равномерного характера движений небесных тел ему пришлось сохранить часть эпициклов и деферентов.

Между тем, как было показано уже в наше время, эквант, введенный Птолемеем под жестким давлением фактов, чтобы, прежде всего, согласовать теорию с движением наиболее “строптивой” планеты – Марса, был подлинно гениальным изобретением великого геометра. Главной задачей Птолемея было описать (в проекции на небес-

ную сферу) для каждой планеты набор дуг ее наиболее загадочных, попятных движений в течение периода обращения планеты вокруг Земли. И только движение Марса не удавалось отразить в строго эпициклической модели. Величины дуг его попятных движений слишком сильно (в два раза!), как теперь ясно, из-за большего отличия его орбиты от круговой различались близ апогея и перигея планеты. Введение экванта разрешило проблему, дополнительно ускорив видимое движение планеты в перигее и замедлив в апогее. Сравнительный компьютерный расчет движения Марса за 1971–1984 гг., проведенный в 1984 г. американским исследователем Д. Эвансом для геоцентрических моделей без экванта и с эквантом, показал поразительную близость даваемых последней моделью результатов с аналогичными расчетами на основе современной гелиоцентрической модели. Таким образом, Марс у Птолемея сыграл решающую роль “путеводной нити” при совершенствовании теории, как это произошло спустя полторы тысячи лет и с Кеплером. По существу, введение экванта позволило впервые отразить весьма точно *некруговое эллиптическое* кеплерово движение (его второй закон – постоянства площадей, описываемых радиусом-вектором планетной орбиты), хотя и в геоцентрической интерпретации, чрезвычайно усложнившей расчеты.

Введение экванта свидетельствовало о высочайшей изобретательности человеческого ума, способного даже в зеркально перевернутом виде весьма точно отобразить действительность. Птолемей дал первый пример того, как начальная научная теория, приближенная модель, постепенно изменяется и совершенствуется под жестким напором фактов, заставляя отступить даже от исходных принципов самой этой теории (напомним, что и Кеплер начал с круговых движений, с трудом преодолев затем эту традиционную



Эффект введения экванта: угловое перемещение планеты относительно точки экванта (2а) представляется значительно увеличенным в перигее и уменьшенным в апогее.

многовековую “одержимость округленностью”...). Такой путь и стал наиболее эффективным путем построения научных теорий.

В последней книге “Альмагеста” Птолемей впервые рассмотрел движение планет по широте.

По составленным Птолемеем планетным таблицам можно было заранее рассчитывать положение планеты на небе с невиданной для тех времен точностью в 10'. В итоге планетная теория Птолемея впервые позволила предвычислять петлеобразные пути планет – их ускорения и замедления, стояния и попятные движения на небесной сфере. Вместе с теорией движения Солнца и Луны она составила полную геоцентрическую “систему мира” Птолемея.

Математически точная и практически эффективная универсальная теория Птолемея произвела огромное впечатление не только на современников Птолемея, а с V–VII вв. на индийских и

арабских астрономов. Начиная с IX в. в науке и мировоззрении континентальной Европы, а затем и во всей мировой астрономии “Альмагест” в течение семи столетий безраздельно властвовал над умами. По нему читали лекции (очистив его по греческому оригиналу от наслоений ошибок переводчиков и комментаторов) первые европейские светские астрономы-теоретики XV в. Георг Пурбах и Иоганн Мюллер (Регiomontan). Составлявшие на основе теории Птолемея астрономические таблицы обеспечили первые кругосветные морские плавания и привели к великим географическим открытиям XV в., главным из которых стало открытие нового материка в Западном полушарии Земли – Нового Света, Америки. Своей математической мощью труд Птолемея восхитил сначала и молодого Коперника – студента Краковского университета.

Однако не всегда эта власть основывалась на преклонении перед действительно великим математическим талантом древнегреческого ученого. Со временем забыли, что сам автор этой абстрактной геометрической и кинематической схемы движения планет имел в виду именно точное описание, а не объяснение явлений. Исходя из уже осознанного греками принципа простоты основных законов природы, сам Птолемей объяснял вынужденную сложность своих абстрактных построений неполнотой проникновения в суть вещей. Средневековые церковники, сначала отвергавшие всю “языческую” науку греков, поняли, наконец, ее пользу для религии и провозгласили систему мира Птолемея научной опорой христианства, превратив математическую конструкцию в последнюю, узаконенную истину, в догму. В таком виде теория Птолемея, объединенная с космофизической картиной мира также догматизированного Аристотеля, на многие века тяжелой цепью сковала научную мысль и в качестве офици-

альной доктрины заставляла ученых закрывать глаза на новые факты.

Между тем уточнение наблюдений требовало изменения и уточнения теории, что в естествознании неизбежно. Для геоцентризма единственным был путь дальнейшего усложнения теории в виде введения новых и новых эпиклов, число которых к началу XVI в. выросло до 80! Некоторые астрономы даже пытались вернуться к модели из сфер, но и там их потребовались многие десятки! Понадобился гениальный ум и большая научная смелость Николая Коперника, чтобы спустя семь столетий пробить этот затор, отказаться от принципа геоцентризма и неподвижности Земли и вывести астрономию на путь нового прогресса.

Даже в наше время далеко не сразу поняли, что Коперник не просто отбросил при этом действительно революционном перевороте астрономической картины мира, как стали говорить, “обветшалую” систему Птолемея, заменив геоцентризм гелиоцентризмом. Он высоко оценил математическую точность описания явлений у Птолемея, опиравшегося при создании своей теории на многовековые точные наблюдения астрономов – от древних вавилонян до Гиппарха и Менелая Александрийского. Вместе с тем Коперник понял и основную ее порок – нарушение главного методологического принципа всякой научной теории: сведения как можно большего числа явлений к объяснению как можно меньшим числом начальных причин.

Из-за принятия неподвижности Земли все явления, связанные с ее движением, геоцентристы приписывали движениям самих планет, что неимоверно усложняло их картину. Коперник, отказавшись от принципа геоцентризма и – что еще более важно – неподвижности Земли, в то же время использовал математический и кинематический аппарат теории Птолемея и его точные расчеты, почти полностью перенес их

на новую гелиоцентрическую почву⁷. При этом его ожидали удивительные сюрпризы!

Дело в том, что, казалось бы, в независимых, создаваемых отдельно для каждого тела моделях их движения у Птолемея (опять же под давлением фактов!) впервые проявились реальные признаки системности (то есть внутренней взаимосвязанности) мира планет. В теории Птолемея явно выделялась роль Солнца. Все планеты подчинялись общему, хотя и непонятному в рамках геоцентризма закону: радиус-вектор для любой верхней планеты (Марса, Юпитера, Сатурна) в первом ее (нижнем) эпицикле всегда оказывался параллельным радиусу-вектору Земля – Солнце, а для нижних (Венеры и Меркурия) с последним совпадали радиусы-векторы их деферентов; движение по первому эпициклу для верхних планет и по деференту для нижних происходило с единым для всех планет солнечным (годовым) периодом. Заявляла о своей выделенности и Земля: размеры первых эпициклов для всех планет уменьшались с удаленностью от нее. Но только Коперник раскрыл смысл этих главных загадочных соотношений, показав, что все это лишь отражение реального орбитального движения самой Земли.

Обнаружив в поисках иных идей у древнегреческих астрономов – пифагорейцев и Аристарха Самосского – допущение: у первых подвижности Земли, а у второго к тому же еще и центрального положения не Земли, а Солнца, Коперник перевернул систему Птолемея с головы на ноги и тем самым не только существенно упростил теорию движения планет, но и расшифровал найденные Птолемеем (при “подгонке” числовых соотношений в своей теории

к наблюдениям) соотношения между параметрами их эпициклов и деферентов. На первый взгляд совершенно искусственные числовые значения (известный школьникам метод подгонки под ответ!) – обратные отношения радиусов первых эпициклов к радиусу кругового движения Солнца для верхних планет и отношения к нему самих радиусов деферентов для нижних, как это показал Коперник, на деле весьма точно представляли у Птолемея действительные относительные расстояния планет в Солнечной системе в единицах расстояния Земля – Солнце (то есть в астрономических единицах)! Единственным истинно геоцентрическим “сухим остатком” в теории Птолемея оказалась система... Земля – Луна.

ДРУГИЕ ЗАСЛУГИ ПТОЛЕМЕЯ

Птолемей оставил глубокий след и в других областях науки – в оптике, географии, математике, философии.

Как физик Птолемей в своем сочинении “Оптика” (пять книг) дал первую, выведенную из опытов теорию преломления света и составил первые таблицы для учета астрономической атмосферной рефракции.

Птолемей ввел в практику еще одно нововведение Гиппарха – географические координаты и сам стал одним из основоположников математической географии. В своем наиболее позднем сочинении из восьми книг “Географическое руководство” (или “Руководство к географии”) Птолемей вычислил координаты 8 тыс. пунктов по всему известному ему миру – от Канарских островов (принятых за нулевой меридиан)⁸ на западе до 180-го восточного градуса (считая его границей мира), от Скандинавии до Египта и от Атлантики до Индокитая, а также составил первую кар-

⁷ На это впервые ясно указал наш выдающийся отечественный историк науки И.Н. Веселовский, главный исследователь творчества и переводчик оригинальных текстов сочинений Птолемея и Коперника.

⁸ Имеются сведения, что у Гиппарха счет долгот велся от основного места его жизни и деятельности, острова Родос.



Карта шарообразной Земли из сочинения Птолемея "Руководство к географии" (по изданию 1478 г.).

ту мира и 26 региональных карт земной поверхности. При всей неточности этих сведений и карт (составлявшихся главным образом по рассказам путешественников) они впервые показали обширность населенных областей Земли, их связь между собой. Это сочинение, как и "Альмагест", многократно переводилось, а затем и переиздавалось в средние века, сначала на Востоке, а затем в Европе, выдержав с 1470-х гг. до 1600 г. 42 переиздания!

В математику, помимо описанного выше, вошла теорема Птолемея в элементарной геометрии. Ему же приписывают введение в математику нуля (хотя обычно это связывают с именем индийского математика VI в. Брахмагупты).

Наконец, в своем хотя и астрологическом (в духе времени) сочинении "Тетрабиблос" ("Четверокнижие") Птолемей, который и сам доверял астрологии, воздействию небесных тел (осо-

бенно Солнца!) на явления на Земле, вместе с тем, впервые высказал глубочайшую философскую идею о несоизмеримости небесных движений и, следовательно, невозможности полного повторения событий (как это полагали пифагорейцы). Тем самым он подрывал сами основы астрологии и давал пищу для переосмысления окружающей Вселенной вообще. Эти мысли (против древнейших идей подчинения жизни Вселенной абсолютному космическому круговороту всех событий) вновь возродились в Европе только в XIII–XIV вв.

В наше время, когда мировоззренческий принцип, на который опирался Птолемей, навсегда отошел в прошлое и не затмевает более главного достоинства его математического труда, человечество отдает Птолемею дань как великому математику и астроному-теоретику. Об этом говорит издание его

главного труда – “Альмагест” – почти на всех основных европейских языках, в том числе, наконец (после трех десятилетий тщетных хлопот!) и на русском (в 1998 г. в переводе И.Н. Веселовского). Имя великого грека увековечено

и в Космосе – в наименовании еще в XVII в. кратера на Луне, а в середине XX в. кратера на Марсе.

А.И. ЕРЕМЕЕВА,

кандидат физико-математических наук

ГАИШ МГУ

НОВЫЕ КНИГИ

Космонавтика для детей

В 2012 г. в издательстве “Детская литература” вышло третье издание (исправленное и дополненное) книги В.Л. Горькова, Ю.Ф. Авдеева “Космическая азбука”. В подготовке книги приняли участие специалисты Мемориального музея космонавтики в Москве. Дополнительные главы написаны С.А. Герасютиным и Ю.В. Костиной, а также ими выполнены исправления и осуществлена общая редакция.

Книга посвящена освоению космоса человеком, в ее начале приведены основные термины космонавтики – космическая азбука. Она открывается обращением к читателю директора Мемориального музея космонавтики, летчика-космонавта Героя России А.И. Лазуткина.

Авторам удалось простым образным языком рассказать о научных и технических открытиях в области космонавтики, читатель, таким образом, становится со-



участником смелых экспериментов и научных опытов. В книге приводится много интересной информации об исследовании космоса. В доступной форме изложены такие сложные понятия, как баллистика, ракета-носитель, невесомость, космическая скорость, скафандр, система ГЛОНАСС.

В книге шесть глав. Первая, “Земля и ее соседи”, описывает устройство Солнечной системы и нашей Галактики. Во второй, “У порога в космос”, приводится устройство космодрома, ракеты-носителя и ракетного двигателя. Третья, “На космической дороге”, дает представление о перегрузке и невесомости, радиосвязи

и контроле полета спутников, их назначении. Рассказ о космических кораблях и орбитальных станциях, жизни и работе космонавтов на орбите – в четвертой главе “Орбитальные корабли и станции”. Пятая, “Космическая вахта”, раскроет секреты, кто может стать космонавтом, читатель “посетит” Звездный городок и Международную космическую станцию.

Из этой главы можно узнать о проведении экспериментов на станции, о работе космонавтов в открытом космосе и возвращении экипажей на Землю, о том, какие произошли космические катастрофы. Заключительная глава, “Спутники и межпланетные станции”, познакомит со спутниками различного назначения, историей исследования Луны и планет. В конце книги читатель познакомится с Мемориальным музеем космонавтики на Проспекте Мира и хроникой освоения космоса.

Книга предназначена для среднего школьного возраста, она хорошо иллюстрирована, в ней помещено много рисунков художников В. Радаева, В. Бухарева и В. Храмова.

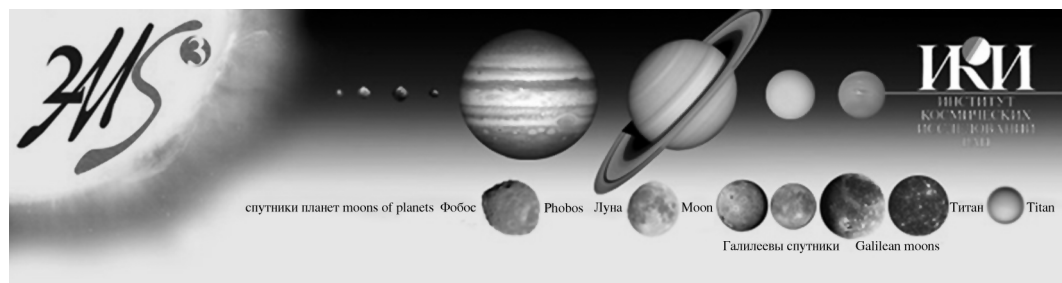
Планетный симпозиум: новые вопросы к спутникам

В начале октября 2011 г. в Институте космических исследований РАН состоялся **второй Московский международный симпозиум по исследованиям Солнечной системы** (Moscow Solar System Symposium, сокращенно MS³). Во встрече приняли участие около 100 ученых из России, США, Индии, Китая и европейских стран. Как и ранее, Симпозиум был посвящен различным аспектам космической науки, однако в этом году главной темой встречи стали спутники Земли, Марса и Юпитера, кото-

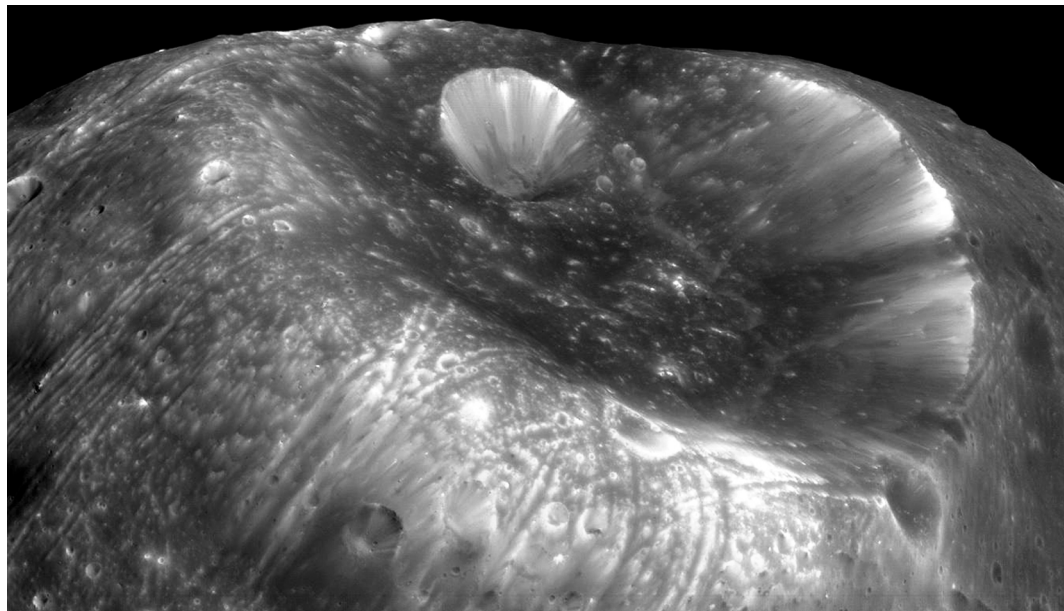
рые наиболее активно исследуются автоматическими межпланетными станциями. На встрече обсуждались как научные проблемы, которые стоят перед исследователями, так и технические аспекты программ исследования других планетных систем с помощью АМС, готовящихся к запускам.

Прошедший 2011 г. принес космической науке долгожданную новость: 18 марта американская АМС “Мессенджер” вышла на рабочую орбиту вокруг Меркурия после того, как совершила три

пролета возле планеты (Земля и Вселенная, 2011, № 4). Профессор **Дж. Хед** (Университет Брауна, США) представил научные итоги первых наблюдений Меркурия. В ходе исследований АМС “Мессенджер” необходимо ответить на следующие вопросы: какие процессы в ходе эволюции Меркурия привели к высокому отношению металлов к силикатам? какова геологическая история Меркурия? как появилось магнитное поле у этой планеты? каковы структура и состояние планетного ядра?



Эмблема второго Московского международного симпозиума по исследованиям Солнечной системы (MS³). Рисунок ИКИ РАН.



Кратер Стикни на спутнике Марса Фобосе. Снимок сделан камерой высокого разрешения HRSC ИСМ "Марс Экспресс" (ESA). Фото NASA/JPL/Университет Аризоны.

что за вещество, хорошо отражающее сигналы радаров, находится на полюсах? Наконец, какие летучие вещества находятся вблизи Меркурия, каковы их источники и стоки?

В отличие от Меркурия, Венера пока остается "в тени": по-прежнему работает на орбите искусственного спутника Венеры АМС "Венера-Экспресс" (ESA), однако в ближайшее время новых миссий к планете не планируется. Доктор физико-математических наук **А.В. Родин** (ИКИ РАН, МФТИ) представил на Симпозиуме модель общей циркуляции Венеры, которая дополняет существующие модели зональной суперротации

(вращения венерианской атмосферы) в том, что учитывает негидростатические эффекты атмосферной динамики. Цель этой модели, по словам докладчика, изучить механизмы начальной фазы развития суперротации и понять, насколько эта система чувствительна к начальным условиям.

Отдельная сессия была посвящена марсианским лунам, в первую очередь Фобосу. В нескольких докладах обсуждалась проблема борозд на поверхности этого небесного тела. Это длинные (сотни километров) и достаточно узкие образования (несколько километров), природа которых пока непонятна. Профессор **Дж. Хед** (Университет

Брауна, США) представил теорию, согласно которой борозды могли появиться в результате бомбардировки Фобоса метеоритами. Одна из таких борозд топографически "связана" с самым большим кратером Стикни (Stickney; Земля и Вселенная, 2009, № 4). Ученый предположил, что при падении метеорита из поверхности был выбит фрагмент вещества диаметром примерно 100 м, который затем "прокатился" по поверхности Фобоса, разрушая или раздвигая реголит на своем пути. Затем исследователи промоделировали движение таких фрагментов, которые могли быть выбиты из 10-км кратера, но не

были разогнаны до скорости убегания и поэтому не покинули Фобос. Образование борозд таким способом возможно, и размер, форма, длина и распределение некоторых наблюдаемых борозд согласуются с предполагаемыми значениями характеристик реголита и выбитых из кратера фрагментов. Важными для таких выводов оказались недавние фотографии Луны высокого разрешения, на которых видны похожие следы, образованные катившимися или отскакивавшими от поверхности валунами. Представленная модель позволяет сделать ряд предсказаний относительно размера и формы борозд, которые могут быть проверены при более детальном исследовании Фобоса.

Напротив, в докладе доктора **К. Рамсли** (Университет Брауна) рассматривалась альтернативная гипотеза, согласно которой борозды на Фобосе появились в результате прохода спутника через облако вещества, выброшенного из Марса в результате падения метеорита. Подобное событие смоделировали: было построено несколько тысяч траекторий таких обломков, а также проанализированы последствия их столкновения с Фобосом. Эта гипотеза потребовала специальных условий, чтобы согласо-

ваться с наблюдениями, в частности, размеры покинувших Марс фрагментов вещества должны быть почти одинаковыми. Борозды также наблюдаются внутри “зоны отчуждения” – территории, где, как предсказывает теория, фрагменты Марса не могут столкнуться с Фобосом в результате движения спутника по орбите. Наконец, в ходе таких столкновений сами борозды, скорее всего, не могли стать такими прямыми, каковы они сейчас, из-за неровностей ландшафта. Однако, поскольку это не наблюдается, проверяемая теория имеет серьезные недостатки.

Ключ к пониманию природы борозд также могут дать исследования Луны. Как рассказал профессор **Т. Даксбери** (Университет Джорджа Мэйсона, США), фотографии 2009–2011 гг., полученные фотокамерой LROC ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик” за время его работы, показали, что на Луне существуют весьма похожие образования. Отличие лунных борозд от борозд на Фобосе прежде всего в том, что в конце их находится создавший их валун, тогда как на Фобосе валунов почти нет. Это различие можно объяснить тем, что сила притяжения и сила трения на Фобосе становятся меньше радиальной скорости фрагмента вещества, ко-

торый поэтому покидает поверхность Фобоса.

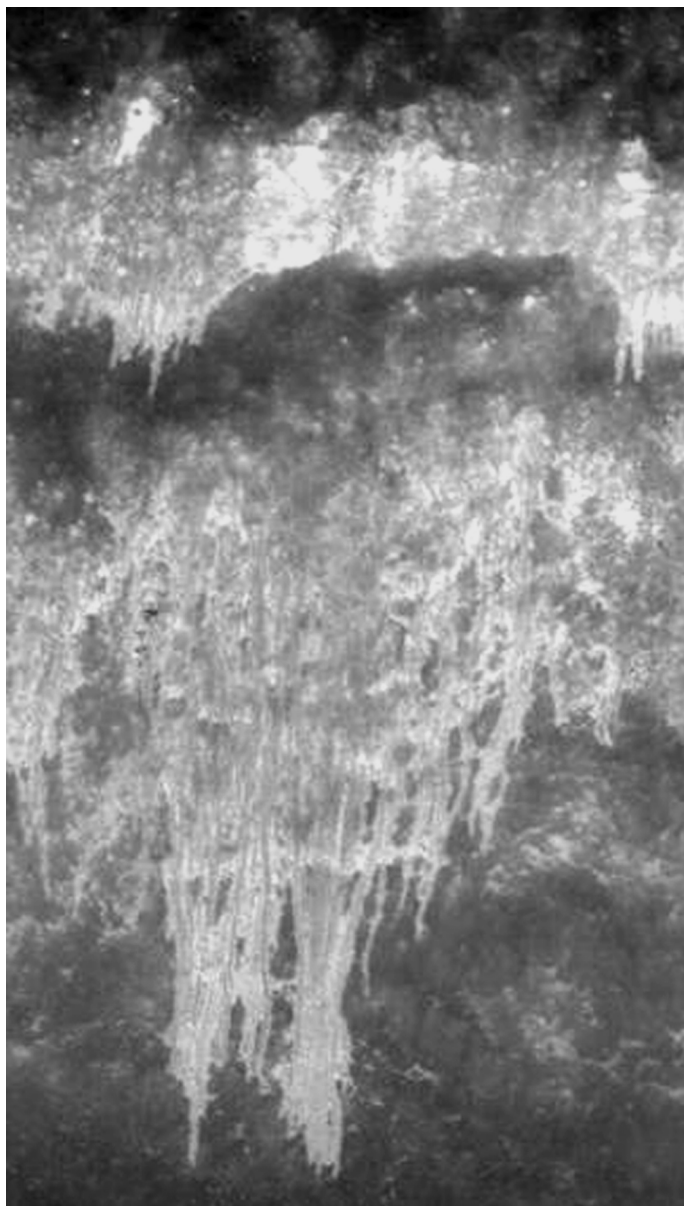
Обсуждаемые особенности борозд можно было увидеть на относительно недавних фотографиях поверхности Фобоса, полученных камерой высокого разрешения HRSC ИСМ “Марс Экспресс” (ESA), которые продемонстрировал доктор физико-математических наук **А.Т. Базилевский** (ГЕОХИ РАН). Благодаря новым данным становится возможным проверить сильные и слабые стороны представленных теорий и, в конечном счете, прийти к определенному выводу о происхождении борозд на Фобосе.

Специальный день Симпозиума посвятили Луне. Интерес к нашему спутнику объясняется новыми данными, полученными американскими, индийским, китайским и японским аппаратами, которые показали, что и состав, и текущие процессы на Луне могут быть гораздо более интересными и сложными, чем казалось еще десятилетие назад.

В частности, доктор физико-математических наук **В.В. Шевченко** (ГАИШ МГУ) говорил об относительно недавно наблюдаемом явлении на поверхности Луны: обнажении глубинных слоев реголита в результате “лавиного схода” верхнего слоя. В результате этого процесса изменяются оптические свой-

ства грунта (прежде всего, обнаженный грунт выглядит ярче), так что подобные процессы можно наблюдать с орбиты, для чего, в частности, существует специальный параметр – “оптическая зрелость”, сокращенно ОМАТ. Снимки, полученные камерой LROC ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик”, показали несколько регионов на склонах кратера Рейнер (Reiner), грунт которых существенно отличается от окружения и где отчетливо видны следы сдвига материала (Земля и Вселенная, 2010, № 2, с. 76). Оценка параметра ОМАТ для этих регионов указывает на нестабильность лунного грунта на склоне. Возраст обнаженных участков, рассчитанный по спектральному поляризметрическому индексу зрелости, составляет от 0,5 до 6 млрд лет. По имеющимся данным, сход грунта в виде лавины со склонов кратеров – основной путь эрозии на современной Луне.

На фотографии лунного кратера Бург, полученной китайской АМС “Чанъэ-2”, можно увидеть достаточно молодые темные детали и признаки незрелости грунта – возможные свидетельства недавних процессов эрозии склона. Наиболее молодые участки грунта на внутренних стенках кратера, возможно, имеют возраст порядка 100 лет или даже меньше. Не



След оползня в кратере Рейнер на Луне. Снимок сделан фотокамерой LROC ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик”. Фото NASA/GSFC/Университет Аризоны.

исключено, что эти же процессы могут происходить и сейчас, а значит, появляется возможность

исследовать “динамичную” Луну.

Дальнейшие планы изучения и освоения Луны

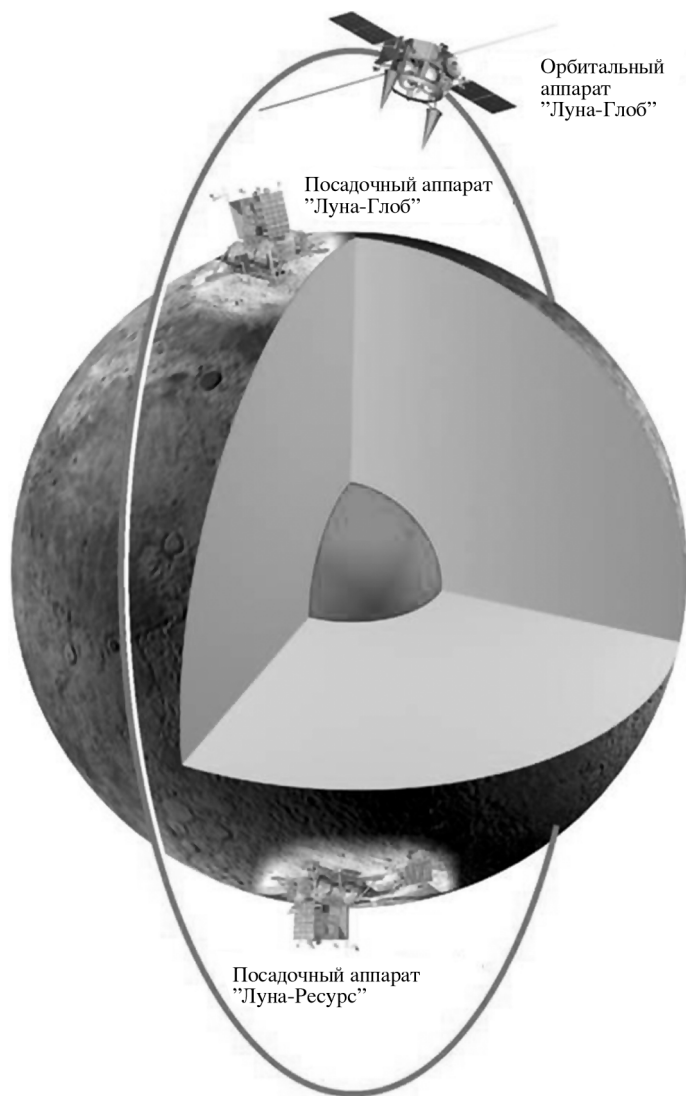


Схема экспедиций "Луна-Глоб" и "Луна-Ресурс". Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

тесно связаны с присутствием на нашем спутнике воды. Доктор физико-математических наук **И.Г. Митрофанов** (ИКИ РАН) представил на Симпозиуме результаты двухгодичного картографирования нейтронного альbedo Луны по дан-

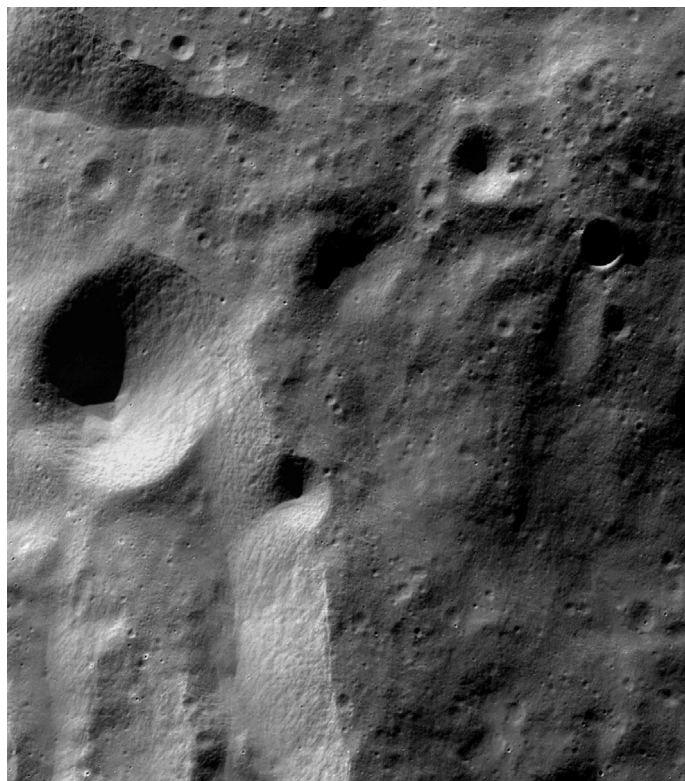
ным прибора ЛЕНД на ИСЛ "Лунный орбитальный разведчик", которые отражают распространение легких элементов, в первую очередь водорода в верхнем слое лунного грунта (Земля и Вселенная, 2010, № 4; 2011, № 2, с. 107–108). Регионы

с высокой распространенностью водорода стали перспективными районами для дальнейших поисков водяного льда. В качестве наиболее интересных в докладе были представлены регионы в районе кратеров Шумейкер, Малапер и Кабеус на Южном полюсе Луны и Пири, Уиппл – на Северном.

Отдельная секция рассматривала перспективные программы исследования Луны с помощью АМС, в большей степени проекты "Луна-Ресурс" (совместный проект России и Индии) и "Луна-Глоб" (Россия; Земля и Вселенная, 1999, № 6, с. 13–16; 2003, № 4, с. 25–28). Оба проекта состоят из двух аппаратов: посадочного и орбитального, на которых будет размещен комплекс научной аппаратуры. Доктор физико-математических наук **А.А. Петрукович** (ИКИ РАН) рассказал об экспериментах, которые планируется проводить на орбитальном аппарате АМС "Луна-Глоб", в том числе об исследованиях лунной поверхности, плазменного окружения и экзосферы. Кандидат физико-математических наук **В.М. Третьяков** (ИКИ РАН) представил план экспериментов на посадочных аппаратах обоих проектов. Главные научные цели, на основании которых выбиралась полезная нагрузка, – изучение летучих на по-

люсах Луны и полярной экзосферы. Также в докладе обсуждался план научных наблюдений и говорилось о критериях выбора места для посадки, определение которого ведется в настоящее время. Профессор **Дж. Госвами** (Физическая исследовательская лаборатория, Индия) также представил научную нагрузку орбитального аппарата АМС “Чандраян-2” (проект “Луна-Ресурс”) и мини-ровера, который предполагается установить на посадочном аппарате этой АМС. После обзорных докладов секцию продолжили выступления, в которых детально разбирались планируемые эксперименты.

Интересный, хотя и стоящий несколько в стороне от научной направленности Симпозиума, доклад прочитал **К. Руньон** (Колледж Чарльстона, США). В нем анализировались результаты работы прибора Moon Mineralogy Mapper (МЗ), созданного в США и работавшего в 2009 г. на ИСЛ “Чандраян-1” (Земля и Вселенная, 2009, № 2, с. 90–91; 2010, № 2, с. 30–34). С помощью этого эксперимента была разработана целая программа популяризации науки для школьников, студентов и широкой общественности. Такие программы носят название “связь с образованием и общественностью”



Изображение Луны, полученное прибором МЗ ИСЛ “Чандраян-1” (Индия). Фото JPL/NASA/ISRO.

(Educational and Public Outreach). На основе данных, полученных с помощью инструмента МЗ, разработаны учебные и популярные материалы, Интернет-сайты, а также, что особенно любопытно, специальный набор книг для слепых и слабовидящих детей. Часть этих материалов профессор К. Руньон привезла с собой.

Симпозиум завершала сессия, посвященная исследованию спутников Юпитера, в частности большому перспективному международному

проекту “EJSM” (Europa Jupiter System Mission – “Научная миссия по исследованию системы Юпитера и Европы”; Земля и Вселенная, 2009, № 4, с. 64–71). Однако за прошедшие годы в статусе проекта произошли серьезные изменения, о чем и шла речь на Симпозиуме. Прежде всего, американская сторона объявила о своем выходе из проекта, так что распался тандем орбитальных аппаратов, которые NASA и ESA планировали отправить для изучения соответственно Европы и

Ганимеда. В связи с этим европейские партнеры переработали сценарий исследования Юпитера, обновленная миссия получила новое название – “JUICE” (JUperiter ICy moon Explorer – “Исследователь ледяных лун Юпитера”) и будет включать один орбитальный аппарат для изучения системы Юпитера, в первую очередь Ганимеда. Это обстоятельство также сказалось на планах российского научного сообщества, которому предстоит пересмотреть свою роль в проекте. Ранее предполагалось отправить российский посадочный аппарат для изучения Европы, причем предварительную разведку поверхности должен был провести американский орбитальный аппарат. Из-за смены планов руководства NASA этот сценарий уже не может быть осуществлен, поэтому российской стороне предстоит решить, какой из спутников Юпитера наиболее целесообразно выбрать

для изучения – Европу или Ганимед. Кроме технического аспекта, этот вопрос имеет и научное значение: Европа считается более перспективным небесным телом с точки зрения поисков возможных предшественников жизни или признаков живых организмов. В сравнительном докладе доктора **О. Прието-Баллестерос** (Центр астробиологии INTA-CSIC, Испания), которая говорила об океанах Европы и Ганимеда, указывалось, что оба спутника, вероятно, содержат под ледяной корой океан жидкой воды, однако если на Европе толщина коры оценивается в несколько десятков километров, то на Ганимеде она составляет не менее 150 км (Земля и Вселенная, 2004, № 3). Более того, предполагается, что океан на Европе непосредственно соприкасается со скальной мантией, тогда как на Ганимеде он, вероятно, “зажат” между двумя слоями водяного льда, что не

так перспективно с точки зрения возможного зарождения жизни. И хотя еще нет средств непосредственного изучения этих океанов, некоторые сведения о том, обитаемы ли Европа и Ганимед, и условиях на них, могут быть получены с орбиты искусственного спутника Юпитера. О. Прието-Баллестерос рассказала и о лабораторных экспериментах по симуляции некоторых условий на спутниках Юпитера.

С помощью сети Интернет в Симпозиуме приняли участие американские коллеги из Лаборатории реактивного движения (JPL, NASA). Они представили план проекта посадочного аппарата на Европу, который может прийти на смену проекту “EJSM”. Пока этот проект находится в самом начале обсуждения, но даже сейчас понятно, что в случае его принятия реализован он может быть только после 2020 г.

*О.В. ЗАКУТНЯЯ
ИКИ РАН*

“Рано хоронить космонавтику”

Неудача экспедиции “Фобос-грунт” дала повод для множества статей о современной российской космической науке, авторы которых приходят к неутешительным выводам. *«Меня очень задевает, что в связи с неудачей проекта “Фобос-грунт” на российскую космическую науку и промышленность сегодня выплескивается несметное количество всякой грязи, – говорит директор Института космических исследований РАН академик Л.М. Зелёный. – На самом деле даже в эти трудные для науки годы у нас немало успехов».*

– Лев Матвеевич, наверное, тяжело говорить о катастрофе миссии “Фобос-грунт”...

– Да, тяжело и грустно. С Марсом нам исторически не везет. Это был второй запуск к Фобосу. Первый, выполненный в июле 1988 г., удался лишь частично. Один аппарат был утерян вскоре после запуска из-за ошибки в управлении. Второй, “Фобос-2”, успешно работал вблизи Марса, но связь с ним неожиданно прервалась незадолго до непосредственного сближения с Фобосом (Земля и Вселенная, 1988, № 6, с. 24–26; 1989, № 5). Однако до этого все-таки удалось получить немало новых интересных результатов о самом Марсе и о его спутнике, которыми мы пользуемся до сих пор. Затем была миссия “Марс-96” (Земля и Вселенная, 1996, № 4). Из-за отказа разгонного блока ДМ-2 разработки НПО “Энергия” станция не вышла на отлетную траекторию и затонула в Тихом океане. Мы



Академик Л.М. Зелёный.

надеялись, что с запуском станции “Фобос-грунт” удастся выправить ситуацию (Земля и Вселенная, 2011, № 4). Не получилось. Для всех нас это большое потрясение, так как сил в проект мы вложили очень много, ведь первоначально запуск станции намечался на 2006 г. Затем проект подвергся коренной переработке, и здесь аукнулось недостаточное финансирование многих прошлых лет. В итоге к запуску в



Сборка АМС "Фобос-грунт" в НПО им. С.А. Лавочкина. 2011 г. Фото НПО им. С.А. Лавочкина.

2009 г. космический аппарат не был готов. Прежде всего, не удалось до конца отработать систему управления. Ко всему прочему, на нее частично возложили функции управления разгонным блоком. Не все приборы успели откалибровать, поскольку из-за первоначального отсутствия финансирования мы начали делать их с большим опозданием. В результате запуск отложили – это было очень болезненное решение. Но появилась надежда, что к 2011 г. все проблемы удастся решить. К сожалению, снова не получилось (Земля и Вселенная, 2012, № 2).

– Крах экспедиции стал для Вас неожиданностью?

– Увы, нет. Я много раз говорил, что космический аппарат "сырой", система управления не до конца отработана. Поэтому то, что случилось, не стало для нас полной неожиданностью.

– В таком случае, может быть, не надо было спешить?

– Мы откладывали запуск, сколько могли. В 2009 г. сумели настоять на переносе старта, а дальше тянуть стало

нельзя. Ближайшее астрономическое окно, когда противостояние Земли и Марса по баллистике становилось возможным для наиболее энергетически оптимальной траектории полета, наступит только в марте 2016 г. Поскольку на создание АМС "Фобос-грунт" ушло много средств, а гарантийные сроки эксплуатации многих узлов и приборов подходили к концу, крайний срок старта пришелся на ноябрь 2011 г. Если запуск не произвели бы, "Фобос-грунт" пришлось бы, говоря фигурально, отправить в музей. Высокая степень риска миссии была очевидна еще до старта. Но иного варианта, кроме запуска, не оставалось. Сегодня, и это печальная правда, планетные исследования даются нам чрезвычайно тяжело. В настоящее время успешно функционируют 23 АМС для исследования других тел Солнечной системы и, увы, среди них – ни одной российской. За последние 20 лет по сравнению с достижениями советской космонавтики нам немного удалось в космосе, хотя отечественная пилотируемая космонавтика развивается по-прежнему удачно. Российские научные проекты можно пересчитать на пальцах одной руки. Это, прежде всего, проект "Интербол" по исследованию Солнца и солнечно-земных связей, три ИСЗ серии "Коронас", из них лишь один – "Коронас-Ф" – дал очень интересные результаты. Наконец, запущенная в 2011 г. радиоастрономическая обсерватория "Спектр-Р" с телескопом "Радиоастрон" вместе с системой наземных инструментов образует телескоп-интерферометр со сверхдлинной базой, его угловое разрешение в миллионы раз выше возможностей человеческого глаза (Земля и Вселенная, 2000, № 4; 2011, № 6, с. 17–18). Сегодня мы с нетерпением ждем от "Спектра-Р" данные о динамических процессах во Вселенной и различных астрофизических объектах, которые могут оказаться уникальными. Возможно, удастся внести ясность и в проблему SETI – поиск внеземных цивилиза-

ций, ведь интерес к ней подогревается последними открытиями в астрофизике и космологии. Стоит сказать, что на космической обсерватории “Спектр-Р” имеется небольшой плазменный комплекс для изучения солнечного ветра и локальных условий космической среды. Этот комплекс, созданный специалистами ИКИ РАН, чешскими и словацкими учеными, уже дает любопытные данные. Мы очень надеялись добавить к этому списку удачных экспериментов и “Фобос-грунт”, но не получилось. Однако наши неудачи – не повод для пессимизма. Нужно сосредоточиться и двигаться вперед.

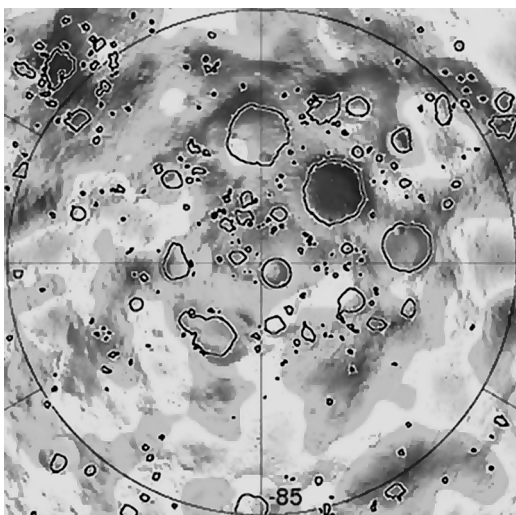
– **Неужели для этого есть какие-то серьезные основания?**

– Да, безусловно. Наши научные приборы сейчас успешно работают на борту зарубежных АМС, обращающихся вокруг Луны, Венеры и Марса. Приятно сознавать, что мы не остались в стороне и проводим активные исследования, пусть не на отечественных космических аппаратах, но собственными приборами участвуем в изучении Солнечной системы. Заместитель директора ИКИ РАН доктор физико-математических наук О.И. Кораблёв занимается планетными исследованиями на европейских АМС “Марс-Экспресс” и “Венера-Экспресс”, уже много лет работающих в космосе (Земля и Вселенная, 2005, № 1; 2006, № 2; 2012, № 3). Установленные на них российские приборы функционируют без сбоев и позволили получить множество важных научных результатов. Обе станции выведены в космос российской ракетой-носителем “Союз-ФГ”, оснащенной разгонным блоком “Фрегат”, созданным в НПО им. С.А. Лавочкина. Европейские коллеги говорят, что ничего надежнее в их арсенале средств выведения пока нет. Этот факт для нас приятен...

Несколько российских экспериментов осуществляются на американских АМС “Марс Одиссей” и “Лунный орбитальный разведчик” (Земля и Вселенная, 2007, № 5). Более 11 лет передает



Российская космическая радиоастрономическая обсерватория “Спектр-Р” во время подготовки к запуску. Раскрыта антенна телескопа “Радиоастрон”. Космодром Байконур. Март 2011 г. Фото Роскосмоса.



Карта Южного полюса Луны с обозначением содержания водяного льда (наиболее темные пятна). Составлена по данным российского прибора ЛЕНД, работающего на борту ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик” (США). NASA.

информацию с орбиты Марса нейтронный прибор ХЕНД, созданный в лаборатории профессора И.Г. Митрофанова. Наш совместный с американцами анализ экспериментов дал сенсационные результаты: в приповерхностном слое почвы на Марсе есть запасы водяного льда. Этой же лабораторией создан сходный прибор ЛЕНД, работающий вблизи Луны. В ноябре 2011 г. к Марсу стартовала АМС “Марсианская научная лаборатория” с самым тяжелым из всех существующих марсоходов – “Кьюрьосити”. На нем также стоит российский научный прибор ДАН для изучения того, как распределен лед в подповерхностном грунте (Земля и Вселенная, 2012, № 3).

– Почему именно Венера и Марс?

– Логично начинать с того, что ближе. Венеру вообще впервые стали исследовать российские ученые. В 1761 г. Михайло Ломоносов открыл атмосферу у этой планеты, его 300-летие со дня рождения мы совсем недавно отмечали. М.В. Ломоносову удалось выполнить очень тонкие и точные наблюдения, позволившие сделать вывод, что вокруг Венеры существует газовая оболочка (Земля и Вселенная, 2011, № 6). Сегодня эта планета активно исследуется, и, думаю, следующее десятилетие станет поворотным в истории ее изучения. Разрабатываются новые программы, например российский проект “Венера-Д” (Земля и Вселенная, 2012, № 3). В его рамках посадочный аппарат АМС “проживет” на поверхности Венеры не час, как наши посадочные станции Венера-9-14”, а даже дни. Из-за экстремальных температурных условий и давления на поверхности очень трудно создать приборы и сам посадочный аппарат, но это нас не должно останавливать. Что касается Марса, то ведем сейчас переговоры с европейскими учеными о совместных экспериментах по исследованиям этой планеты, в том числе и с помощью тяжелых посадочных платформ.

– Но Вы же сами говорите, что с Марсом нам патологически не везет. Не пора ли остановиться?

– Да, большинство наших успешных планетных проектов, в том числе с посадками на поверхность, связаны с Венерой. Мы остаемся здесь лидерами: до сих пор никто, кроме нас, не смог выполнить исследования на поверхности Венеры. Американские коллеги над нами подшучивают: почему вы, “красные”, не можете сесть на “свою” Красную планету? На что мы отвечали, что знаем подход к женщинам и понимаем толк в любви, поэтому нам везет с Венерой.

– Шутки шутками, но сегодня хочется получить, наконец, ответы на некоторые вопросы, связанные в первую очередь с Марсом. Уж очень много вокруг него легенд.

К сожалению, там нет никаких каналов, о которых говорил итальянский астроном А. Скиапарелли (Земля и Вселенная, 2010, № 5). Вместе с тем в Солнечной системе есть только два места, где мы надеемся обнаружить органическую жизнь – ее признаки или остатки. Прежде всего, это Марс, потому что условия там хотя и экстремальные, но все-таки пригодные для выживания, по крайней мере, для простейших организмов. В дневное время он напоминает Антарктиду, так что в принципе рассматривать Марс как запасную планету для человечества – вовсе не безумная идея.

– Учитывая погодные аномалии последнего времени, марсианским холодом нас не прошибешь... Ну, а второе место?

– Это ставший для ученых настоящим сюрпризом один из спутников Юпитера Европа. Под десятикилометровым слоем льда она целиком покрыта соленой водой, из-за близкого расположения к Юпитеру ее океан “подогревается” за счет действия приливных сил. Европа – уникальное небесное тело, где есть шансы обнаружить следы жизни, и именно туда мы думаем направить экспедицию уже в

следующем десятилетии (Земля и Вселенная, 2009, № 4; см. статью О.В. Закутней в этом номере).

– **Много шума недавно наделала публикация сотрудника ИКИ РАН о том, что жизнь возможна даже на Венере.**

– В школьные годы мы зачитывались замечательной фантастической повестью братьев Стругацких “Страна багровых туч”, где космонавты бродят по тропическому лесу на Венере. Увы, сегодня мы знаем о том, что растительность на этой планете невозможна. В публикации главного научного сотрудника ИКИ РАН, доктора физико-математических наук Л.В. Ксанфомалити подробно проанализированы фотографии, сделанные в октябре 1975 г. и в марте 1982 г. советскими посадочными аппаратами АМС “Венера-9/10” и “Венера-13/14” (Земля и Вселенная, 1976, № 3; 1982, № 1, 4). Леонид Васильевич заметил на изображениях перемещающиеся объекты, напоминающие земные скорпионы и диски. Как будто какая-то структура появилась, потом исчезла и опять появилась. Главный вывод – жизнь, например, на основе кремния может возникнуть и в самых экстремальных условиях. Сейчас много подобных работ, но пока все они выдвинуты в качестве дискуссии. Что касается анализа старых изображений, то у Л.В. Ксанфомалити много серьезных оппонентов, снимки сильно “зашумлены”, и надо отфильтровать помехи, прежде чем делать столь далеко идущие выводы. Однако любая гипотеза, даже самая фантастическая, – это хорошо, потому что она помогает мыслить и двигаться вперед.

– **А что можно сказать о Марсе?**

– Эта планета имеет ряд пока не совсем понятных, интригующих особенностей. Например, откуда на холодной планете следы ручейков? Оказывается, летом температура на Марсе поднимается выше нуля, и водяной лед начинает таять, появляются струйки воды, которая течет под уклон и снова



Следы возможных ручьев на Марсе. Снимок сделан в 2010 г. АМС “Марсианский орбитальный разведчик” (США). Фото NASA.

замерзает. Возникающие промоины, имеющие на снимках странную форму, сужаются книзу. Таких районов с причудливыми рельефами на Марсе обнаружено довольно много, и это еще раз подтверждает, что на Марсе действительно есть вода, иногда даже жидкая (Земля и Вселенная, 2008, № 4). Сколько точно этой воды, мы пока не знаем, но предполагаем, что это, по крайней мере, один-два метра под поверхностью и, возможно, десятки метров на глубине. Если весь лед вдруг растает, то поверхность Марса может покрыться метровым слоем воды.

Многие ученые считают, что один-два миллиарда лет назад климат планеты сильно изменился. До этого он был теплым и влажным – на Марсе могли быть и цветущие долины, и журчащие реки. Достаточно заметные изменения климата происходили на планете и позже. Почему? Дело в том, что Земля благодаря Луне находится в привиле-

гированном положении по сравнению с другими планетами. Луна стабилизирует вращение Земли. Без нее наша планета могла бы и не стать обителью жизни. Ось вращения Марса, напротив, “гуляет” из-за воздействия других планет, в первую очередь Юпитера.

Однако это еще не значит, что жизнь на Марсе невозможна. Этот вопрос сегодня особенно актуален и, кажется, мы никогда еще не были так близки к ответу. Американский посадочный аппарат “Феникс”, севший в мае 2008 г. в полярной области и работавший там несколько месяцев (Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 108–109; 2009, № 1, с. 67), пока его не засыпало углекислотным снегом (а там это происходит каждую зиму), наблюдал конденсационные капли, похожие на земной дождь. Капли круглые, значит, вода жидкая. А где вода, там возможна и жизнь, остается только ее найти.

В 2005 г. спектрометры, установленные на ИСМ, обнаружили на Марсе метан. На его присутствие указывали и наземные наблюдения. Российские ученые принимали в этих исследованиях активное участие. Наличие в атмосфере заметного количества метана странно, потому что метан должен в ней довольно быстро разрушаться. Получается, на планете есть места, где он вырабатывается. Как известно, метан – один из продуктов жизнедеятельности организмов. Все это будоражит мировое научное сообщество настолько, что следующая орбитальная миссия к Марсу целиком посвящена метану. Возможно, это будет наша совместная российско-европейская миссия, что после неудачи “Фобоса-грунта” для нас – большое благо.

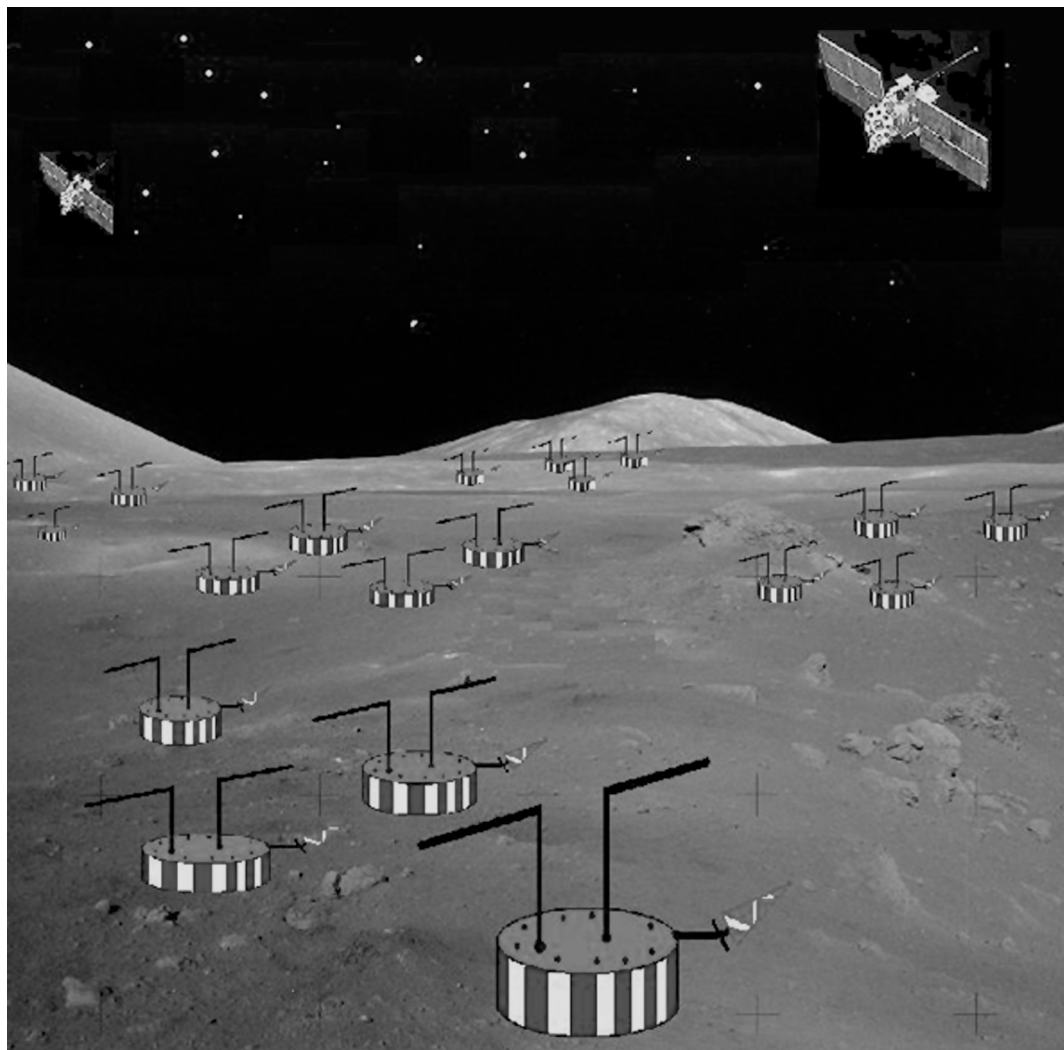
– Довольно долго ученые спорили, есть ли у Марса магнитное поле. Получен ли ответ?

– Да, еще в студенческие годы я был свидетелем ожесточенных баталий между специалистами ИЗМИРАН и ИКИ, по-разному интерпретировавшими весьма запутанные измерения маг-

нитных полей вблизи Марса, выполненные советскими ИСМ. Истина, как часто бывает, оказалась посередине. Не так давно американская АМС “Марсианский орбитальный разведчик” с особо чувствительным магнитометром на борту выполнила магнитную съемку Марса. Оказалось, что магнитное поле у планеты есть, но в виде пятен. В марсианской коре, по-видимому, достаточно много железосодержащих пород, поэтому, кстати, он часто и выглядит как красный. В отдельных местах они сохранили остаточную намагниченность, после того как в результате некоего катаклизма или по какой-то иной причине постоянное магнитное поле планеты пропало. В одном из наших экспериментов на АМС “Марс-Экспресс” удалось наблюдать своеобразное “полярное” сияние, но только вблизи экватора, то есть именно в тех областях, где на картах находятся магнитные неоднородности. По всей видимости, на ранней стадии эволюции Марса произошло затухание собственного магнитного поля, что-то произошло с магнитным динамо планеты. Последствия оказались драматическими. Планета стала терять атмосферу – солнечный ветер, ранее сдерживаемый магнитным полем, интенсивно срывал с нее газовую оболочку. Так закончилась эпоха теплого Марса, возможно, тогда на нем развивалась жизнь. Сохранилась ли она сегодня в каких-то формах? Пока неизвестно.

– А Луна? С ней все ясно?

– Как раз наоборот. Луна так близка к нам, что иногда ее называют седьмым континентом. Сегодня мы как бы открываем Луну заново. Выполненные исследования показали, что на Луне, как и на Марсе, есть подповерхностный лед. А так как и солнечной энергии на Луне хоть отбавляй, с помощью электролиза можно получать кислород и водород, а это газ для дыхания и топливо для ракетных двигателей, то есть важные ресурсы для жизнеобес-



Возможная радиообсерватория на Луне. На поверхности предполагается установить сеть приемников, которые будут передавать данные через искусственные спутники Луны (вверху). Проект НПО им. С.А. Лавочкина. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

печения будущих лунных поселенцев. Таким образом, строительство лунных баз превращается из мечты в реальную задачу.

Луна – лаборатория для ученых, сохранившая кратерную запись всех эпох от начала создания Солнечной системы. Она может дать нам бесценную информацию, поскольку с геологической точки зрения Земля и ее извечный

спутник – “близкие родственники”. Неудивительно, что именно Луна сегодня становится центром российской космической программы. Думаю, и для пилотируемой космонавтики она может стать заманчивой целью уже в ближайшие десятилетия.

– Вместе с НПО им. Лавочкина Вы предложили новую российскую лунную программу. Какова она?

– Пока она включает два проекта: российский “Луна-Глоб” и российско-индийский “Луна-Ресурс”. НПО им. Лавочкина занимается изготовлением российского посадочного модуля, наш Институт – приборами для него, полностью сформирована научная программа. В настоящее время ведется отработка технологических образцов приборов.

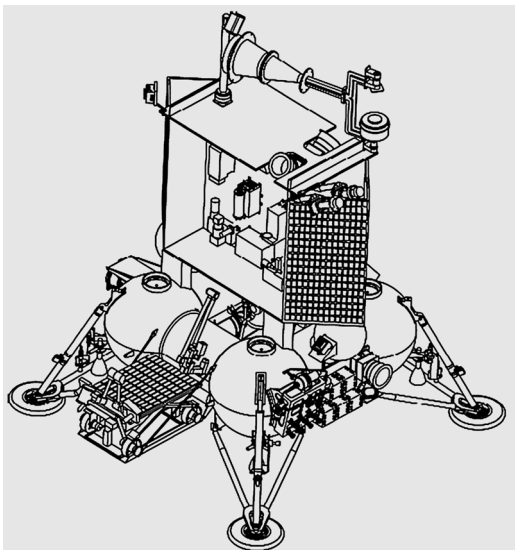
Проект “Луна-Глоб” комплексный, предусматривающий изучение топографии, химического и минералогического состава лунных пород, поиск водяного льда в так называемых холодных ловушках в окрестностях лунных полюсов, эффектов взаимодействия Луны с межпланетной средой. Его главная задача – сейсмические исследования Луны, изучение размеров ее ядра, что очень важно для понимания того, как вообще у Земли появился столь уникальный спутник. Первоначально предусматривался сброс на лунную поверхность пенетраторов – проникающих зондов. К сожалению, у нас пока нет подобной техники. Поэтому решено заменить пенетраторы посадочным аппаратом, который может дать много новой информации о свойствах летучих веществ в полярных областях. Запуск АМС “Луна-Ресурс” намечался на 2013–2014 гг., “Луна-Глоб” – спустя год. После катастрофы “Фобос-грунт” решили дополнительно проработать техническую часть проекта, поэтому сроки запуска станций сдвинутся примерно на год.

Главный вопрос – где садиться, ведь все предыдущие посадочные аппараты десантировались в приэкваториальных областях. Сегодня ученых в первую очередь интересуют полярные районы Луны, где есть вода в затененных местах. До последнего времени эти области практически не исследовались. Однако только там, где светло, и возможна посадка космического аппарата. Пока предпочтение в выборе места посадки отдается южному полюсу, где наблюдаются более интенсивные эф-

фекты, связанные с водяным льдом. Следующим этапом станет доставка в приполярные области лунохода, в его задачи войдут отбор образцов грунта и их анализ. Затем необходима автоматическая доставка этих образцов на Землю.

– Опять грунт? Но ведь американцы доставили уже около 400 кг, да и у нас есть “свой” 300 г?

– Дело в том, что это будет другая Луна и другой грунт. Здесь интересен не сам реголит, а вода, сохранившаяся в полярных областях, скорее всего, принесенная кометами. Эти косматые странницы могут быть разносчиками жизни в Солнечной системе. Вероятно, в ядрах комет есть органические включения и экзотические химические соединения. Необходимо доставить образцы в первозданном (замороженном) виде. Полярные области весьма интересны для ученых и по другой причине: это место для создания там естественного исследовательского полигона. В частности, там может быть сооружен автоматический радиотелескоп,



Проект российско-индийской АМС “Луна-Ресурс”. Запуск в 2013–2014 гг. Рисунок Роскосмос.

установлены приборы для регистрации потоков солнечных и галактических космических лучей, наблюдений солнечного ветра и других процессов, происходящих в межпланетном пространстве. Преимущества лунных обсерваторий по сравнению с земными – отсутствие атмосферы и радишумов, что обеспечивает более высокие чувствительность используемых инструментов и угловое разрешение наблюдений.

– Я знаю, что сейчас идет большой спор: что для нас важнее – Луна или Марс? Долгое время Вы были убежденным сторонником пилотируемой экспедиции на Марс, но сейчас Ваша точка зрения как будто поменялась. Почему?

– Сейчас мы понимаем, насколько это сложная задача – межпланетный полет человека. Главное препятствие в путешествиях на Марс – космическая радиация. Находиться в течение полтора лет под непрерывным “дождем” космических лучей – это огромный риск, так как мы пока не готовы защитить космонавтов от этого излучения. На поверхности Марса можно “закопаться” в какие-то убежища, но сначала требуется еще долететь до планеты. Поэтому, полагаю, предварительно нужно освоить Луну, научиться жить и работать на другом небесном теле, а Марс пока исследовать автоматическими средствами.

– Академик Э.М. Галимов предлагает решить наши энергетические проблемы с помощью добычи на Луне гелия-3. По его словам, 50 г этого изотопа, привезенного с Луны, хватит для работы всех земных АЭС.

– К сожалению, все не так-то просто. Чтобы добыть эти бесценные граммы, на Луне потребуется создать промышленную базу, эквивалентную всей нашей золотодобывающей. Гелий-3 во все не лежит на лунной поверхности в виде россыпей – это лишь микроскопические вкрапления в реголит, составляющие примерно одну миллионную

его часть. Луну обдувает поток солнечного ветра, на 96% состоящий из протонов и на 4% – из ядер гелия-4 (обычные альфа-частицы). Среди них только сотые доли процента составляет изотоп гелий-3, и, чтобы добыть эти драгоценные 50 г, потребуется перелопатить сотни тысяч тонн лунных пород. Но даже если бы удалось их получить, мы пока не в состоянии осуществить с ними управляемую термоядерную реакцию. Реакция с использованием гелия-3 потребует температуру почти миллиард градусов, и как себя поведет такая “сверхгорячая плазма”, неизвестно. Кроме того, если мы научимся управлять термоядерной реакцией на основе дейтерия и трития, человечество и так будет обеспечено энергией на много столетий вперед. Зачем же копы ломать?

– Некоторое время назад Вы с гордостью рассказывали о проекте спутника по исследованию космической погоды, с его помощью обещали прогнозировать погоду на Земле. Удалось ли его осуществить?

– Речь идет о возможности предсказания космической погоды, какой она будет после солнечных вспышек: ожидаются ли магнитные бури и какой силы, каковы могут быть их последствия для нас. Проще и надежнее это сделать, проанализировав идущий к Земле поток солнечного ветра. Космические аппараты для этой цели уже разработаны и выведены в точку либрации, находящуюся на расстоянии около 1,5 млн км между Землей и Солнцем. Работающие сегодня в этой точке спутники – увы, не наши, хотя в будущем мы тоже хотели бы туда полететь. Данные о “скачках” потока солнечной плазмы поступают примерно за 40 мин до начала катаклизмов на Земле – столько нужно времени, чтобы солнечная плазма преодолела расстояние до нашей планеты. Если спутники приблизить к Солнцу, можно было бы это время увеличить. Так, если подвинуть к светилу спутники еще на 1,5 млн. км, то мы



Возможно, так будут исследовать Солнце по проекту “Интергелиозонд”. Рисунок ИЗМИРАН.

сможем за полтора-два часа предупредить об изменениях космической погоды, надвигающихся аномалиях и их последствиях. Это все-таки что-то.

Один из вариантов такого проекта – легкий КА массой 10–15 кг с большим солнечным парусом размером порядка 30 км². Специалисты НПО им. С.А. Лаवочкина проводили технологические эксперименты с солнечным парусом в околоземном космическом пространстве, но эти попытки преследовали неудачи. Сегодня работы по созданию КА с солнечным парусом, к сожалению, приостановлены, надеюсь временно.

– Если государство финансирует Ваши проекты недостаточно, не попытаться ли найти общий язык с коммерсантами?

– Ищем! Я встречался с одним из бизнесменов, и мы даже начали обсуждать применение космических технологий для задач водородной энергетики, но дальше разговоров дело не пошло. Обращались мы и в “Газпром”, ведь эти исследования для них жизненно важны: крупная вспышка на Солнце может привести к катастрофическим последствиям, связанным с наведением индуктивных токов в газо- и нефтепрово-

дах. Но мне ответили, что куда опаснее и вероятнее аварии земного происхождения, чем солнечные угрозы. На этом разговор закончился.

– Лев Матвеевич, неужели правда, что Вы собираетесь возродить проект “Фобос-грунт”?

– Да, мы полагаем, что это уникальный проект и отказываться от него из-за неудачи нельзя. Никакая авария не в состоянии отменить научный интерес к Фобосу, так как его вещество расскажет о возникновении и эволюции спутника, а привезти его оттуда проще, чем с Марса. Мы полагаем, что новую станцию можно было бы запустить уже в 2018 г. – это наиболее подходящая дата по баллистике и по ситуации в нашей промышленности. Задачи для новой миссии должны оставаться прежними: добраться до Фобоса, взять образцы грунта и доставить их на Землю. Если “Фобос-грунт-2” удастся реализовать, мы станем первыми обладателями вещества, находящегося за пределами системы Земля – Луна. Правда, японцам в полете АМС “Хаябуса” удалось получить микроскопическое количество пыли с астерои-

да Итокава (Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 76; 2010, № 6, с. 49), однако мы рассчитываем на куда более “весомые” и наукоемкие образцы. При этом новая АМС должна быть усовершенствована, упрощена и разгружена конструктивно и по составу аппаратуры. Определиться принципиально надо уже в 2012 г.: ведь предстоит огромная работа. РАН обратилась с соответствующим письмом в Роскосмос. Если мы получим поддержку руководства страны, я думаю, все получится.

Рано хоронить космонавтику. У нас многое еще впереди. Надо не только ругать, но и поддерживать и пропагандировать отечественную космическую науку. А всех желающих приглашаю совершенно бесплатно посетить открытую в ИКИ РАН выставку “Космическая наука: взгляд в прошлое и будущее”. Выставка работает для посетителей два раза в год – в День космонавтики 12 апреля и в День космической науки 4 октября. Приходите в Институт – мы всем будем рады.

Беседа велa Н.Л. ЛЕСКОВА

Информация

Проект космического лифта

Японская компания “Obayashi Corporation” разработала проект лифта, который доставит туристов на околоземную орбиту. Тросы, на которых будет передвигаться кабина лифта, протянутся до высоты 96 тыс. км(!), их предполагается сделать

из сверхпрочных углеродных нанотрубок. На таком расстоянии, равном четверти расстояния от Земли до Луны, разместят массивный противовес, а другой конец тросов будет крепиться на поверхности Земли в районе экватора, выделенном для строительства космопорта. Скорость движения составит примерно 200 км/ч, подъем займет около недели. Кабина лифта будет рассчитана на 30 человек. Максимальная высота, на которую смогут отправиться туристы, – 36 тыс. км, там для них построят космический отель.

Выше будут подниматься только ученые для исследований.

Первые прототипы космических лифтов испытали еще в 2005–2006 гг. Ранее аналогичный проект предложили NASA и компании “LiftPort Inc.”. После ряда доработок японские специалисты готовы реализовать заявленный проект. Строительство продлится около 40 лет. Первое испытание космического лифта состоится не ранее 2050 г.

По материалам
ИТАР-ТАСС,
2 марта 2012 г.

Георгий Мелихов – астроном-любитель и художник

Ю.Г. ШКУРАТОВ,
доктор физико-математических наук
Харьковская обсерватория (Украина)

“Не время проходит, проходим мы”.
Пьер де Ронсар (1524–1585)

Шло заседание Ученого совета Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Ничего не предвещало вопросов, имеющих отношение к астрономии. Выступал почетный доктор Университета В.Б. Евтух, известный украинский социолог. Неожиданно Владимир Борисович сказал, что хочет подарить Университету дневник известного советского художника Г.С. Мелихова, который в юности увлекался астрономией. Дневник попал ко мне. Ознакомившись с ним, я в очередной раз убедился, как часто наши суждения о малознакомых людях бывают поверхностными, как сильно они отличаются от реальности.

Георгий Степанович Мелихов (24.05.1908 – 22.04.1985) родился в Харькове, там же окончил школу. Поступил в Киевский художественный институт. В 1941 г. Мелихов ушел на фронт; он всю войну прошел солдатом, удивительным образом оставшись художником, тонко чувствующим жизнь. Главным произведением Георгия считается полотно “Молодой Тарас Шевченко в мастерской у Карла Брюллова”. За эту работу его удостоили Сталин-

ской премии (1948). Он был народным художником УССР (1967), членом-корреспондентом Академии художеств СССР (1979), имел много правительственных наград. Однако за этим внешним официозным благополучием скрываются годы тяжело прожитой жизни и большого труда. Этому предшествовала тревожная молодость, которая, правда, была украшена страстным увлечением астрономией.

В 1930-х гг. Жоре Мелихову предстояло сделать выбор между астрономией и искусством. Это не преувеличение, дело в том, что Г.С. Мелихов в молодости уже почти стал успешным астрономом. Он был членом Французского астрономического общества (в дневнике оказалось официальное свидетельство). Он был знаком и переписывался с видными астрономами. В молодости Мелихов имел ряд публикаций в серьезных отечественных и зарубежных научных изданиях; из него, несомненно, получился бы известный астроном, выбери он научную карьеру.

Его зарисовки планет содержат много деталей. Глаз является чувствительным инструментом и в короткие

прояснения земной атмосферы действительно может видеть в телескоп мелкие детали. С другой стороны, мозг человека, интерпретируя увиденное, часто бессознательно использует априорные знания и опыт и может “видеть” на пределе возможностей то, что хочется, а не то, что есть на самом деле. Примером могут служить зарисовки Марса, сделанные Мелиховым, на которых уверенно видны марсианские каналы. Эти структуры были “открыты” Джованни Скиапарелли в конце XIX в. В то время это было сенсацией, которая позволяла надеяться, что на Марсе есть развитая цивилизация. Существование каналов, как известно, не подтвердилось исследованиями с помощью автоматических межпланетных станций.

Как же случилось, что Г.С. Мелихов столь сильно увлекся астрономией? В 1920–1930-е гг. наша страна, пережив революцию и гражданскую войну, была сильно перегрета ожиданиями лучшей жизни, что всегда сопровождается интересом к окружающему миру. Это касается в первую очередь моло-



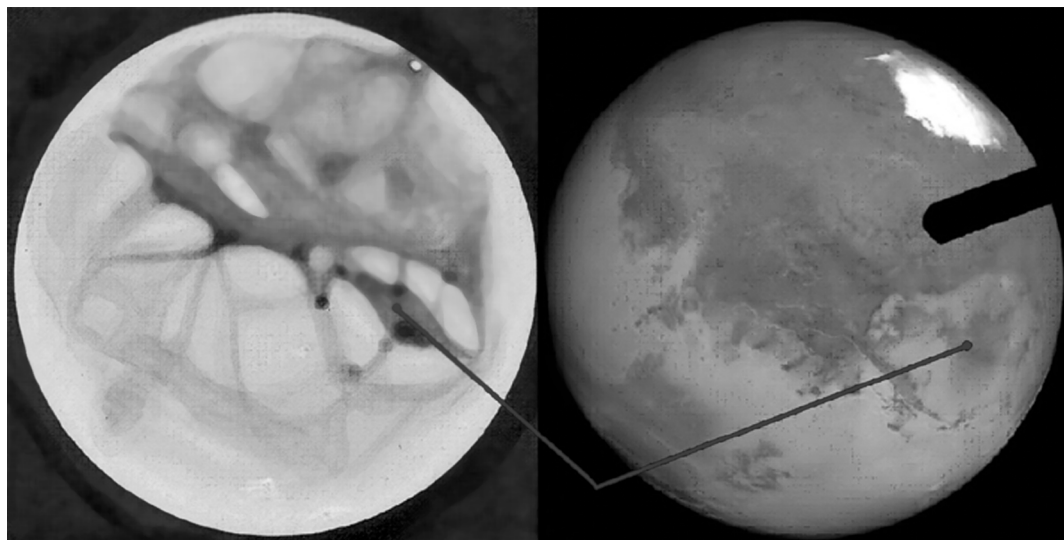
Сержант Г.С. Мелихов на фронте. Фото 1945 г.



Николай Павлович Барабашов за работой. Рисунок Г.С. Мелихова. 26 октября 1924 г.

дежи. Тогда в Харькове был один из самых сильных астрономических кружков Советской России. Этот кружок начал работать еще в 1916 г. при университетской астрономической обсерватории. Его первым руководителем был заведующий кафедрой астрономии и геодезии Харьковского университета профессор Л.О. Струве, внук В.Я. Струве – основателя Пулковской обсерватории. Среди активных членов кружка выделялся студент-астроном физико-математического факультета Н.П. Барабашов. В работе кружка принимали участие не только студенты университета. Там читали лекции преподаватель университета (в будущем выдающийся астроном, академик АН СССР) В.Г. Фесенков, а также приват-доцент Б.П. Герасимович (в будущем директор Пулковской обсерватории).

В смутные времена гражданской войны кружок прекратил свою деятельность, но в 1921 г. Н.П. Барабашо-



Зарисовка Марса во время противостояния 1924 г. и фотография Марса примерно в том же ракурсе в противостоянии 2003 г. (КТХ). Светлое пятно вверху справа – Южная полярная шапка. Большое образование, отмеченное жирными линиями, – Озеро Солнца (Solis Lacus). Только эти две большие детали распознаются на зарисовке Г.С. Мелихова (слева).

ву удалось возобновить его работу при Всеукраинском социальном музее имени Артема, который расположился на территории Покровского монастыря в Харькове. Ядро кружка начало складываться в 1923 г. При кружке появилась своя обсерватория; главным ее инструментом стал 4-дюймовый рефрактор на параллактической монтировке, подаренный Н.П. Барабашовым. Для обсерватории был построен деревянный павильон с раздвижной крышей, выделена комната для занятий. Заведующим астрономическим кабинетом был назначен студент Харьковского университета В.В. Каргер. Среди первых постоянных кружковцев был Жора Мелихов.

Дневник Георгия Степановича написан очень искренне; он раскрывает тонкую натуру начинающего талантливого художника, астронома-любителя, интеллигентного юноши. Дневник охватывает период 1924–1939 гг. В последние годы записи в нем переста-

ют быть регулярными, часть страниц изъято, часть повреждено, но дневник, несомненно, является интересным документом той эпохи. С разрешения В.Б. Евтуха я привожу фрагменты некоторых записей, они замечательно передают страсть молодого человека к астрономии и дух того времени.

1924 год

23 августа: «Сегодня приближение Марса к Земле на самое близкое расстояние 54.700.000 километров. Везде слышны выкрики газетчиков: «Сигналы с Марса», «Вести о Марсе». Слышны разговоры о Марсе, об этой неведомой планете, горящей на небе красноватым светом. О, неужели на тебе есть жизнь, неведомый мир, неведомое человечество». Спустя ровно 79 лет сотрудники нашей обсерватории провели уникальные поляриметрические измерения Марса на космическом телескопе им. Хаббла (США) в великое противостояние августа 2003 г.

1925 год

3 мая: “Сегодня собрание астрономического кружка при соцмузее имени Артема, кружок находится под руководством Николая Павловича Барабашова, адъюнкта при центральной обсерватории и в настоящее время больного воспалением легких. Работает сейчас кружок с его помощником В.В. Каргером... Вечер. Сияет Луна. Сегодня впервые в этом году на нашу музейную обсерваторию должна прийти экскурсия рабочих студентов... Еще рано, иду на площадь к В.У.Ц.И.К., на крыше которого установлен громкоговоритель радио. Из трубы вылетают гортанные звуки речи оратора. Звук силен, слышен на всей площади, народу перед В.У.Ц.И.К-ом собралось очень много... Возвращаюсь к обсерватории... Забыл упомянуть вначале, что утром этого дня, как дня начала 9 съезда Рад, приехал из Москвы Каменев, седой толстый старик, с прищуренными глазами, в круглых роговых очках. Говорил речь. Его встречали Чубарь, Егоров, Буценко и др. После Каменева с речью выступил Буценко на украинском языке, потом говорил Егоров и др. Чубарь не говорил”. Необычное время было. С одной стороны, у населения появились надежды на лучшую жизнь, энтузиазм и желание узнавать мир, с другой стороны, разве мог тогда тов. Каменев предполагать, как, впрочем, и многие другие, что через несколько лет их расстреляют в подвалах НКВД после судебного фарса.

15 июня: “В субботу вечером я и несколько членов кружка ходили на центральную обсерваторию по приглашению Н.П. Барабашова. Видели 6-дюймовый рефрактор, прекрасную установку, астрограф, прикрепленный к телескопу, часовой механизм, микрометрические приборы с натянутыми паутинками. Деления на этих приборах, прикрепленные к окулярной части телескопа, рассматриваются микроскопами... В кабинет мы не ходили, потому что там занимался Евдоки-



Харьковский астрономический кружок. Вверху – Жора Мелихов (отмечен галочкой), в нижнем ряду справа – Н.П. Барабашов, слева от него – руководитель кружка В.В. Каргер. 1925 г.

мов, заведующий обсерваторией. Попрощавшись с Николаем Павловичем, мы пошли домой”. Сейчас этот 6-дюймовый рефрактор находится в музее НИИ астрономии ХНУ им. В.Н. Каразина. Н.Н. Евдокимов (1868–1941) был в то время директором Харьковской обсерватории, и, конечно, молодые сотрудники и члены астрономического кружка относились к нему с большим пиететом. Николай Николаевич был ведущим экспертом в области астрометрии в СССР.

15 августа: “Мы наблюдали Персеиды на центральной обсерватории, но все наблюдения окончились неудачей,



Харьковская астрономическая обсерватория со стороны зоосада. Акварель Г.С. Мелихова. Весна 1925 г.

мешали тучи... вечером впервые видел Николая Николаевича Евдокимова, заведующего обсерваторией. Мне он очень понравился. Видел Кудрявцева, известного наблюдателя... удостоили увидеть меридианную залу и инструмент харьковской обсерватории. На меня он произвел подавляющее впечатление..." Я увидел "меридианную залу" первый раз в 1975 г.; она уже произвела не подавляющее, а, скорее, удручающее впечатление: не очень ухоженный инструмент, местами дырявые стены из проржавевшего гофрированного железа, но тогда на этом инструменте еще пытались наблюдать. В середине 1980-х гг. под этим инструментом проложили ствол метро, и какие-либо наблюдения стали невозможны; инструмент использовался иногда для учебных целей. Сейчас в меридианном зале устроен музей нашего института.

28 октября: "Сегодня написал письмо А.В. Маркову, известному наблюдателю Луны..." Мелихов состоял в

переписке с известными астрономами, среди них У. Пикеринг. Александр Владимирович Марков – видный ленинградский астроном. Он в совместной работе с Н.П. Барабашовым показал количественно, что Луна в полной фазе рассеивает свет не как шар, а как шероховатая плоская поверхность.

1926 год

20 февраля: "...от Каргера узнал, что получено письмо от полтавского астрокружка... я буду продолжать наблюдать за Платоном, а также начинаю наблюдать за Гримальди... Фадеев за Альфонсом и Гассенди". Здесь впервые упоминается имя Юрия Николаевича Фадеева, харьковского астронома, который умер во время войны от голода (предположительно в феврале 1942 г.) и был похоронен на территории нашей обсерватории (место захоронения точно не известно).

19 марта: "Вчера был день Парижской коммуны... я был в центральной обсерватории, Н.П. говорил... о своих

планах на будущее... Он будет наблюдать Марс, переменные звезды, проводить обработку поляризации Луны..." Это очень интересное упоминание о поляриметрических наблюдениях Луны Барабашовым. Поляриметрия небесных тел — дело не простое даже сейчас. Барабашов был один из пионеров поляриметрии Луны; ему принадлежит работа (о ней видимо и идет речь), в которой он показал, что максимум поляризации Луны слишком широк, чтобы его использовать для диагностики состава ее поверхности.

7 апреля: «Сегодня я случайно попал на кинофильму "Трипольская трагедия"... сколько ужасов, сколько страданий, бессильной ярости имеется в этой фильме, которая основана на правдивых фактах. Картина рисует гибель очень многих молодых, сильных, смелых комсомольцев, вступивших в борьбу с гнусной шайкой атамана Зеленого. Трагедия разыгралась недалеко от Киева в селе Триполье (теперь Комсомольском). Это было что-то ужасное, кровь лилась, неслись вопли истязаемых... плыли по Днепру трупы расстрелянных... О гнусная, подлая шайка, сколько ты загубила молодых жизней, будущих коммунистов... Рабочий класс, крестьянство вели борьбу и будут продолжать ее... а вы мученики революции, погибшие за счастье других, спите спокойно, о вас помнят..."»
Время беспощадно. К сожалению, уже забыли о Трипольской трагедии, забудут и о Трипольской комедии, разыгравшейся всего несколько лет назад перед ошеломленными жителями Украины, когда президент В.А. Ющенко объявил, что народ укров ведет начало от трипольцев, возраст культуры которых превышает 100 тыс. лет...

9 сентября: "На Марсе в нашу трубку 31 августа и 8 сентября видел каналы. Южная полярная шапка в виде маленького блестящего пятнышка. В кружке, когда я говорю, что видел каналы, В.В. Каргер и, особенно, Барабашов относятся недоверчиво, а мне непри-

ятно... ходил на центральную обсерваторию к Н.П. Барабашову смотреть как будут серебрить зеркало 10-дюймового рефлектора. Завтра его будут монтировать и центрировать, пойду обязательно посмотреть... Н.П.Б. сказал, что скоро будем наблюдать... с нетерпением жду не дожусь, когда стану в него рассматривать Марс, Юпитер и Луну... но есть некоторое препятствие, очень много наблюдателей, из нашего кружка 12, да обсерваторских кроме Н.П.Б. душ пять..." Только спустя 85 лет на городской территории Харьковской обсерватории появился более крупный инструмент — 15-дюймовый телескоп системы Бейкера — Шмидта. Его изготовил наш сотрудник астроном и телескопостроитель А.П. Железняк. Увы, очередей для наблюдений с помощью нового инструмента пока нет.

13 ноября: Следующая запись представляется очень ценной. "В прошлый четверг было научное заседание в центральной обсерватории, на котором профессором Н.Н. Евдокимовым был прочитан доклад... о его летней поездке по Германии, Франции и Дании. Николай Николаевич ездил на международный астрономический конгресс в Копенгаген... На конгрессе между многими обсерваториями была распределена большая астрометрическая работа над северным небом и принята подготовка для наблюдений в 1930 году астероида Эрос, который будет тогда в благоприятном положении относительно Земли. Много Н.Н. тогда говорил об усовершенствовании астрометрических приборов (меридианных кругов и других инструментов), о спектрогелиографе и докладе одного астронома (фамилии точно не помню, может Струве) о спутниках Сатурна по новым исследованиям. Затем Николай Николаевич говорил о европейских обсерваториях, которые он посетил во время поездки. Особенно он обратил внимание на Бергедорфскую обсерваторию... эта обсерватория может считаться самой образцо-



10-дюймовый рефлекс Н.П. Барабашова. Недавно сотрудникам Харьковской обсерватории удалось обнаружить фундамент этого инструмента. Фото 1931 г.

вой во всем мире: масса приборов, громадный 24-дюймовый рефрактор, великолепно оборудованный по слову последней техники... одним нажимом кнопки громадная машина рефрактора приходит в движение, все сводится к величайшим удобствам. При этой же обсерватории имеется громадный рефлекс с зеркалом в 1 метр... Много Н.Н. рассказывал о других обсерваториях... об образцовом устройстве мест занятий для научного персонала. Вообще, прямо-таки приходится удивляться, что Германия, платя такую громадную контрибуцию, так высоко подняла культурный уровень населения и отпускает большие суммы на нужды и процветание научных учреждений.

Не то увидел Николай Николаевич во Франции, там все уже (по выражению Н.Н.) покрыто плесенью. Бесспорно, обсерватории Франции также образцовы, имеют массу очень ценных больших приборов, но там все без перемен, Франция не идет вперед, не строит новых обсерваторий, не ставит больших инструментов... Николай Николаевич осматривал Парижскую обсерваторию, обсерваторию в Ницце, потом Палату мер и весов, много неприятностей ему принесли визы на проезд. С Николаем Николаевичем ездил на конгресс и профессор Герасимович, который уж больше не возвратится в С.С.С.Р., а уехал в Америку. После такого научного доклада Н.Н. сообщил о жизни в больших городах, описал Копенгаген, рассказал о дешевизне и даже модных прическах и танцах..." Насчет плесени сказано здорово, но теперь ее следует искать в других странах.

1927 год

12 января: "На днях я получил извещение... что Н.П. Барабашов просил собраться всем членам, которые делали и наблюдали в очковые трубы... Н.П. сообщил, что лицо из Совнаркома, некто Стрелков, задумал... распространить по школам всего Союза в массовом количестве очковые трубы... В настоящее время... смета, поданная в В.У.Ц.И.К., утверждена, и деньги осталось только получить из банка. Весной или летом сего года Н.П. Барабашов едет за границу за покупкой огромного количества ахроматических объективов (1—2 дюйма). Н.П.... просил всех собравшихся дать ему отзывы о своих очковых трубках... что возможно наблюдать с такой трубкой..." К сожалению, из всей этой затеи ничего не вышло, думаю, в силу организационных сложностей и дороговизны. Но идея была замечательная, если бы ее удалось реализовать, она, несомненно, оказала бы влияние на мировоззрение целого поколения подростков.

1928 год

1 мая: “...в Курске я остановился у знакомых... и воспользовался случаем поклониться праху самоучки-астронома Семенова. Я чрезвычайно уважаю Ф.А. Семенова, память о нем для меня свята, вот почему я и обратился к поискам домика-музея Федора Алексеевича... Я расспрашивал у каждого встречного, обратился в метеорологическую обсерваторию его имени, но никто не знал... Последняя надежда – это обратиться в публичную Семеновскую библиотеку. Не только домика Семенова, но и его самого едва знали и в даче каких-либо сведений отказали... Еще осталось кладбище, где... как я слышал, есть памятник какому-то Семенову. Была непогода, всюду грязь... где-то отпевали панихиду... В стороне от крестов... высился огромный черного камня надгробный памятник. Подножие из огромных прямоугольных камней... С благоговейным трепетом на одном из них я различил надпись: Федор Алексеевич Семенов...”. Ф.А. Семёнов (1794–1860) самостоятельно изучал астрономию, физику и математику, включая дифференциальное и интегральное исчисление, по учебникам Л. Эйлера и А.И. Стойковича (профессора, ректора Харьковского университета). Ф.А. Семёнов составлял эфемериды планет, таблицы полнолуний/новолуний, а также солнечных и лунных затмений. В 1851 г. напечатал карту прохождения предстоявшего 16 июня 1851 г. полного солнечного затмения. В апреле 1850 г. Императорское русское географическое общество избрало Ф.А. Семёнова в число своих членов-сотрудников.

1934 год

5 февраля: “В Харькове сейчас бродят новости о перенесении столицы Украины в Киев. Харьков же присоединяется к РСФСР...” Сейчас в ходу штамп, что история не терпит сослагательного наклонения. На самом деле,

очень даже терпит. Контрфактические исследования – современное направление исторического познания; оно использует сослагательное наклонение по отношению к уже известным событиям. В связи с этим интересно задаться вопросом, каким был бы сейчас Харьков, если бы эта запись дневника оказалась правильной.

1935 год

25 марта: «В системе я взят на подозрение за якобы контрреволюционную вылазку... была задана композиция по Красной армии... я подал профессору “Смерть командира”. Из-за этого придрались: почему на такую тему, как “Красная армия”, я дал такую погре-



Барельеф с изображением художника Г.С. Мелихова у входа в дом (Киев, ул. Богдана Хмельницкого, 27/1), в котором он жил с 1949 г. по 1985 г. Автор барельефа – скульптор А.П. Скобликов.

бальную композицию. Серьезных последствий пока нет, но возможно будут. Во всяком случае, ко мне присматриваются. Как это глупо». Жоре повезло: руки «системы» не успели его достать. В это время Мелихов был в частых разъездах, и это помогло ему уцелеть.

1939 год

9 марта: *«Вчера был в концерте. Исключительный для меня вечер, т.к. исполнялась 5 симфония и скрипичный концерт Петра Ильича Чайковского. Вторая часть симфонии потрясла и заставила меня кулаком вытирать сле-*

зы, которые текли помимо моей воли...» Людям, любящим классическую музыку, это состояние хорошо знакомо, когда логика звуков, их красота и гармония становится частью тебя самого и начинает выражать больше чем мысль, больше чем чувство...

Дневник произвел на меня сильное впечатление. К сожалению, в небольшой статье невозможно представить этот документ в полном объеме (я использовал не более 10% дневника), надеюсь, позднее его удастся опубликовать полностью.

Информация

Обнаружена прямоугольная галактика

Команда астрономов из Австралии, Германии, Швейцарии и Финляндии открыла эллиптическую пекулярную галактику LEDA 074886, принадлежащую к очень редкому классу карликовых. Она расположена в созвездии Эридана на расстоянии примерно 70 млн св. лет от нас (см. стр. 1 обложки). LEDA 074886 – спутник сферической галактики NGC 1407, их разделяет около 163 тыс. св. лет. Диаметр внутреннего диска центра галактики LEDA 074886 – 978 св. лет, размер внешнего квадратного кольца – 10,5 тыс. св. лет. По размерам она срав-

нима с Малым Магеллановым Облаком, ее звездная масса примерно $10^9 M_{\odot}$, у нее в 50 раз меньше звезд, чем у нашей Галактики. Диск из звезд вращается со скоростью 33 км/с, но разглядеть, спиральная у него структура или нет, не удалось из-за слишком маленького угла наклона. Исследователи подчеркивают, что прямоугольная форма галактики крайне необычна, поэтому ее отнесли к пекулярным (от англ. peculiar – специфический). Снимок новой галактики сделан в 2011 г. с помощью 10-м телескопа Keck и 8,3-м телескопа Subaru (Обсерватория Мауна Кеа, Гавайи). Дополнительная информация, полученная с использованием зеленых, красных и инфракрасных фильтров, позволила ученым измерить звездный диск.

Сначала ученые предполагали, что форма LEDA 074886 объясняется взаимо-

действием с галактикой-соседом. В результате анализа ее окружения установлено, что форма, скорее всего, объясняется тем, что LEDA 074886 – результат столкновения двух соседних дисковых галактик, слившихся воедино, в которых первоначальный газ впоследствии сформировал внутренний диск. При слиянии галактик могут образовываться объекты самой необычной формы. Так, в феврале 2012 г. международная группа астрономов обнаружила рядом с галактикой NGC 4449 следы галактики NGC 4449B. Она намного меньше соседней, поэтому слившуюся галактику NGC 4449 отнесли к классу малых галактик. Карликовые галактики, вероятно, наиболее распространены в Вселенной.

Пресс-релиз Обсерватории Мауна Кеа, 23 марта 2012 г.

Астрономия в средней школе Украины

Ю. В. АЛЕКСАНДРОВ,
кандидат физико-математических наук
Харьковский национальный университет
имени В.Н. Каразина

На протяжении тысячелетий основы астрономических знаний — основы представлений о Вселенной — входили в систему подготовки подрастающих поколений. Еще в монастырских школах средневековья астрономия наряду с арифметикой, геометрией и музыкой входила в “квадриум” — высшую ступень семи свободных искусств, обязательных для изучения предметов. Отсюда эта схема перешла в возникшие в XII–XIII вв. первые университеты. В гимназиях России существовал обязательный курс описательной астрономии — космография. Астрономия как обязательный предмет входила и в учебные планы советской средней школы, хотя малое число часов нередко создавало проблемы и трудности в ее преподавании.

На рубеже XX и XXI вв. в эпоху освоения чело-

вечеством космоса “реформаторы” из Министерства образования Украины выбросили астрономию из обязательной (инвариантной) части учебных планов средней школы, сочтя, по-видимому, астрономические знания излишними для гражданина независимой Украины.

Потребовалось несколько лет больших усилий астрономической общественности, чтобы сделать первые шаги к исправлению создавшегося положения. Понадобились выступления на совещаниях по вопросам естественно-математического образования в средней школе, публикации в печати, обсуждение вопроса на общем собрании Отделения общей физики и астрономии Национальной академии наук Украины, встреча директора Главной астрономической обсерватории НАНУ, президента

Украинской астрономической ассоциации академика Я.С. Яцкива с министром образования и науки Украины, прежде чем в 2002 г. астрономия снова появилась в инвариантной части учебных планов. Правда, всего лишь в объеме 17 ч в общеобразовательной школе и школах технологического профиля и 34 ч в школах естественно-математического профиля. В учебных же планах школ гуманитарного профиля астрономия по-прежнему как отдельный предмет отсутствует. Таким образом, удалось сделать первый формальный, но очень важный шаг. От него до более или менее удовлетворительной постановки астрономического образования еще надо пройти очень большой путь. Тем более, что во всякой бочке меда должна быть своя капля дегтя. Здесь такой каплей стало за-

мечание в пояснительной записке к приказу об изменении учебных планов о том, что возможно и преподавание интегрированных предметов, в том числе предмета “Физика. Астрономия”. А это дает руководству школ при желании не обременять себя лишними хлопотами и не вводить астрономию как отдельный обязательный предмет. Но, не отрицая некоторого рационального зерна в самой идее интегрированных предметов и при всем уважении к физике, нужно сказать, что на практике нередко в таком интегрированном курсе от астрономии мало что остается.

Добиваясь восстановления преподавания астрономии в нашей средней школе, мы исходили из того, что хотя бы минимум астрономических знаний необходим современному образованному человеку в силу тех важных социальных функций, которые выполняет астрономия на протяжении всей истории человечества и в которые современная эпоха вносит новые грани и аспекты. Первая из этих функций, прикладная, – это разработка методов ориентации во времени и пространстве, что является необходимым условием производственной деятельности человека, его социального бытия и его повседневной жизни. Вторая функция, общекультурная, – это определение места и роли

человека в структуре Вселенной. Астрономическая картина мира на протяжении тысячелетий была и остается неотъемлемой составной частью научной картины мира в целом; той ее частью, которая дает человеку представление о пространственно-временной структуре мира, в котором он живет и действует. Здесь следует подчеркнуть и то обстоятельство, что при всех своих тесных связях с физикой астрономия является самостоятельной целостной наукой со своими специфическими объектом и методом исследования.

Знание астрономических знаний как необходимого компонента современного общего образования усиливают также следующие факторы:

а) возрастание познавательного, экономического и социально-культурного значения освоения космоса, место Украины в этом процессе как космической державы (точнее говоря, то место, которое она могла бы и должна была бы занимать в силу унаследованного ею от СССР научно-технического потенциала в области космонавтики и космических исследований);

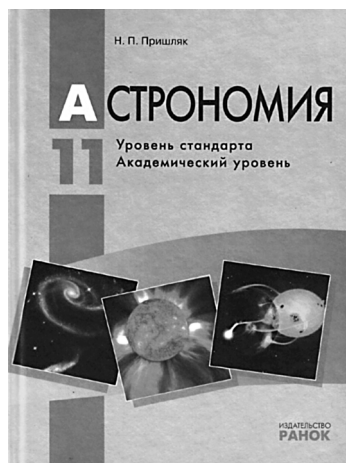
б) важные познавательные процессы на стыке космологии и физики сверхвысоких энергий, ведущие к созданию единой теории физических взаимодействий и

фундаментальных изменений в физической и астрономической картине мира, в наших представлениях о мире в целом (антропный принцип, идея множественности вселенных);

в) все возрастающее значение сравнительного изучения планет Солнечной системы и планетно-солнечных связей для решения глобальных экологических проблем, столь остро вставших сейчас перед человечеством;

г) весьма широким распространением в последнее время антинаучных и околوناучных, а по существу мифологических представлений, астрологических в частности.

В этих условиях преподавание астрономии в средней школе должно быть основано на следующих принципах: астрономия должна входить в инвариантную компоненту среднего образования и быть в средних учебных заведениях всех типов отдельным предметом, который завершает цикл естественно-математических дисциплин, завершает формирование у учащихся основ научного мировоззрения, демонстрирует действие физических законов в различных пространственно-временных масштабах, показывает применение математических методов изучения природы, и одновременно раскрывает силу и величие познавательных возможностей человека.



Учебник Н.П. Пришляка
"Астрономия-11".

При этом в полной мере должен использоваться гуманистический аспект содержания и истории астрономии.

Основные задачи современного астрономического образования можно сформулировать следующим образом:

– сформировать у учащихся основы знаний о методах и результатах изучения движения, физической природы и эволюции небесных тел и их систем, строении и эволюции Вселенной в целом;

– показать роль астрономии в познании фундаментальных законов природы, являющихся основой научно-технического прогресса и решения глобальных проблем человечества, в формировании современной научной картины мира;

– содействовать формированию у учащихся научного мировоззрения и навыков диалектического мышления, формированию иммунитета против антинаучных взглядов;

– более полно и последовательно, нежели это возможно в других предметах, ознакомить учащихся с основами, значением и перспективами развития космонавтики, ее значением для экономического и социального развития Украины;

– дать учащимся понимание астрономических явлений, с которыми человек сталкивается в повседневной жизни, дать им элементарные умения и навыки в использовании этих явлений для ориентации в пространстве и времени.

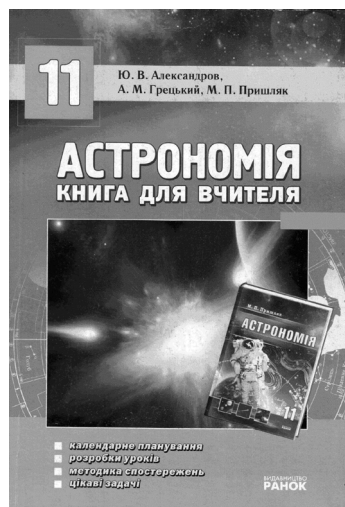
Исходя из этих задач, преподавание астрономии должно вестись в выпускном классе и быть дифференцированным в зависимости от типа и профиля учебного заведения, причем нынешний объем часов должен быть увеличен в два раза.

В общеобразовательной школе и гимназиях гуманитарного профиля общекультурная ориентация и понимание явлений, с которыми человек сталкивается в повседневной жизни, должны быть положены в основу изучения астрономии.

В учебных заведениях и классах естественно-математического профиля, кроме того, должны раскрываться эволюци-

онные связи между различными формами движения и организации материи – физической, химической, биологической. Здесь более последовательно и полно должны использоваться ранее приобретенные учащимися знания по физике и математике, что должно способствовать более глубокому усвоению учениками этих знаний, пониманию их значения, овладению методами их применения. В лицеях и классах этого профиля учащимся должны предлагаться предметы по выбору и факультативы по астрономии и космонавтике.

Последовательному изучению основ астрономии в выпускном классе должно предшествовать ознакомление учащихся с отдельными элемента-



Методическое пособие
"Астрономия. Книга для учителя".

ми астрономических знаний при изучении природоведения, географии, физики, математики.

Но, конечно, важнейшим вопросом методического обеспечения преподавания астрономии является проблема учебника. В ходе работы по восстановлению астрономии в средних школах Украины встал и вопрос о создании нового современного учебника по астрономии. Такой учебник подготовил известный популяризатор астрономии профессор Прикарпатского университета И.А. Климишин¹. После обсуждения его первоначального варианта рукопись учебника была доработана И.А. Климишиным и тогдашним директором Киевского планетария И.П. Крячко. Пробный тираж его издан в киевском издательстве “Знання України” в 2002 г. Однако этот учебник был написан в расчете на 35-часовую программу. В связи с этим доцент кафедры физики Харьковского государственного педагогического университета им. Г.С. Сковороды Н.П. Пришляк подготовил учебник, ори-



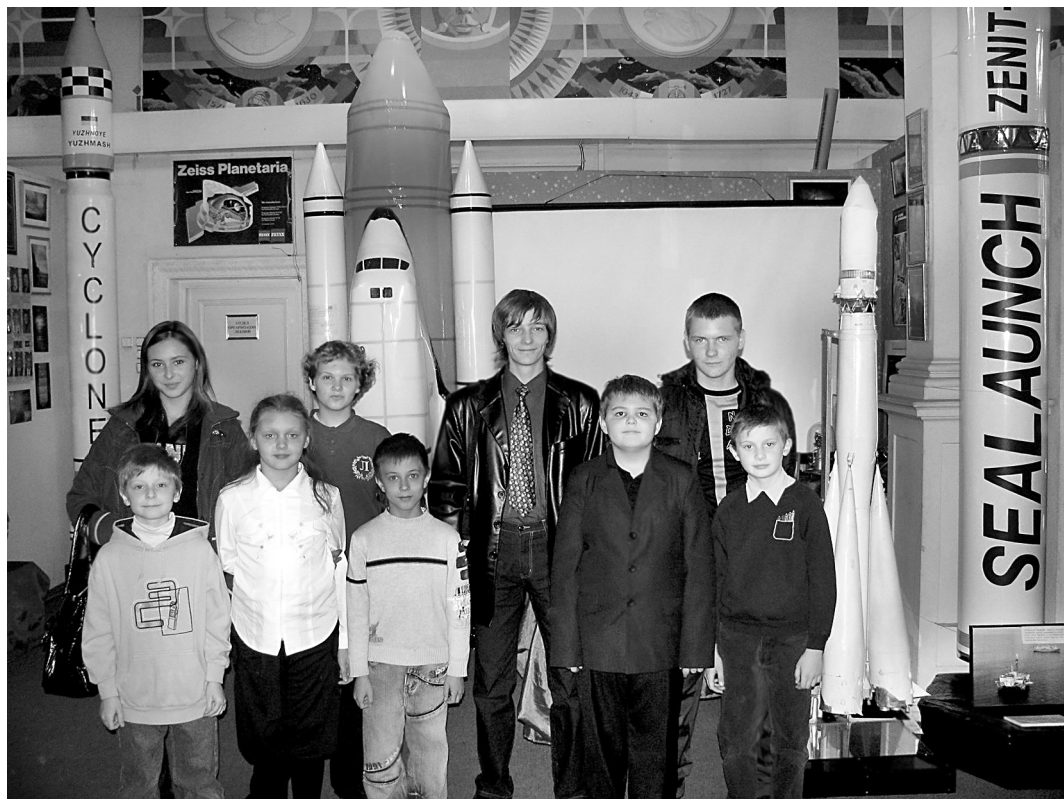
На семинаре учителей физики и астрономии в НИИ астрономии Харьковского университета.

ентированный на программу по астрономии в 17 часов, выпущенный малым тиражом харьковским издательством “Ранок”. В декабре 2010 г. Министерство образования и науки Украины провело новый конкурс рукописей учебников для 11 класса. По астрономии были представлены две рукописи, рассчитанные на 17-часовую программу, тех же авторов. В августе 2011 г. массовым тиражом в 250 тыс. экземпляров вышло украиноязычное издание учебника “Астрономия-11” Н.П. Пришляка в том же издательстве “Ранок” и тиражом в одну тысячу экземпляров его русскоязычное издание. В 2005 г. Н.П. Пришляком, заведующим кафедрой астрономии ХНУ А.М. Грецким и автором данной статьи было из-

дано пособие “Астрономия. Книга для учителя”. Сейчас сдано в печать второе издание этой книги. Но актуальным является вопрос создания современного учебника по астрономии повышенного типа для школ и классов физико-математического профиля.

Непростым является и вопрос о времени преподавания астрономии в пределах 11 класса в случае 17-часовой программы, а это большинство школ (право решения этого вопроса предоставлено школам). Возможны три варианта: первое полугодие, второе полугодие и весь учебный год с проведением уроков раз в две недели. Преимуществом последнего варианта является возможность использования осеннего и весеннего периодов яс-

¹ И.А. Климишин, на протяжении многих на протяжении многих лет входивший в состав редколлегии журнала “Земля и Вселенная”, – автор ряда прекрасных научно-популярных книг по астрономии и ее истории, астрофизике и космологии, теории и истории календаря (Прим. Е.П. Левитана).



На занятии астрономического кружка в Харьковском планетарии им. Ю. А. Гагарина.

ной погоды для выполнения наблюдательных работ. Крайне серьезным недостатком третьего и особенно второго вариантов есть то, что весной внимание и учителей и учеников сосредотачивается на подготовке к внешнему независимому тестированию (аналогу российского ЕГЭ) и нередко имеет место практика, когда учителя заменяют уроки астрономии “натаскиванием” учеников на выполнение тестов по физике. Поэтому наиболее предпочтительным является преподавание астрономии в осеннем полугодии, хотя

в этом случае несколько хуже обстоит дело с обеспечением предмета астрономии необходимыми знаниями по физике.

Наконец, ключевой проблемой, как и везде, является проблема кадров. Специфика ситуации здесь состоит в том, что из-за небольшого числа часов преподавать астрономию должен “по совместительству” учитель физики. Если раньше, в крайнем случае, это могли быть учителя математики или географии, сейчас это практически невозможно, так как астрономия исключена из учебных планов

студентов математиков и географов (как будто Земля перестала быть одной из планет Солнечной системы). Что же касается астрономической подготовки будущих учителей физики, то здесь тоже возникают серьезные проблемы в связи с постоянным уменьшением количества часов аудиторных занятий под предлогом их увеличения на самостоятельную работу студентов. Особенно сложная ситуация в тех случаях, когда готовятся учителя по двум специальностям – “физика и математика” или “физика и информатика”.



На Барабашовских чтениях выступили с докладами воспитанники Малой академии наук, студенты кафедры астрономии Харьковского университета. Слева – аспирантка О. Шалыгина (ныне работает в Институте астрофизики им. М. Планка в Германии). В центре – студент пятого курса И. Левандовский (призер Международной олимпиады по астрономии и астрофизике 2008 г., ныне аспирант кафедры теоретической ядерной физики). Справа – студент второго курса Ф. Кулиш. 2011 г.

Более или менее благополучно дело обстоит лишь в тех классических и педагогических университетах, где в составе кафедр физики есть астрономы-профессионалы. Это Таврический, Прикарпатский, Херсонский классические университеты и Киевский, Харьковский, Николаевский и Черниговский педагогические университеты. Некоторым положительным моментом здесь является то, что в стандарт подготовки физиков-бакалавров классических университетов введен небольшой курс астрофизики.

Традиционным и важным звеном астрономического образования является внеклассная и внешкольная работа с юными любителями астрономии. Это работа аст-

рономических кружков и клубов в школах, во внешкольных учебно-воспитательных учреждениях, планетариях (сейчас в Украине их осталось всего лишь пять). Это участие школьников в работе секций астрономии Малой академии наук. В рамках этой структуры проводятся ежегодные школьные, районные, областные и республиканские туры конкурса научно-исследовательских работ школьников. Это участие в ежегодном Всеукраинском конкурсе “Мирный космос” и других мероприятиях Украинского молодежного аэрокосмического объединения (УМАКО) “Созвездие”, хотя в последнее время деятельность УМАКО начинает затухать. Это участие в слетах юных астрономов. О возможности эффек-

тивной работы в этих направлениях вопреки всем трудностям нынешнего времени говорит опыт работы астроклуба с. Черниговка Черниговского района Запорожской области (руководитель Заслуженный учитель Украины В.Г. Мормыль), коллективов юных астрономов Крыма – наблюдателей метеорных явлений, астроклуба Ужгородского отделения УМАКО “Сузір’я” (руководитель В.Г. Михайлец), харьковского аэрокосмического лицея “Вертикаль” (учитель М.С. Баранов). В последние годы в Харьковском университете проводятся ежегодные Барабашовские чтения школьников, студентов и аспирантов в память основателя харьковской школы планетоведения академика Н.П. Барабашова. В ходе их школьники могут познакомиться с перспективами своей научной работы на кафедре астрономии на примере своих старших товарищей.

Известной и полезной формой внеклассной работы является проведение олимпиад по различным предметам. В последнее время здесь наметились позитивные сдвиги и с точки зрения астрономии. Вот уже несколько лет проводятся заочные, областные и республиканские туры олимпиады по астрономии с участием старшеклассников и студентов младших курсов. По итогам республиканского тура формируется коман-

да Украины для участия в международной олимпиаде по астрономии и астрофизике, которая ежегодно проводится, как правило, в одной из развивающихся стран. В 2010/11 учебном году Министерство образования и науки Украины начало проведение и школьных олимпиад по астрономии. Но в силу специфики астрономии как учебного предмета они проводятся только в двух возрастных группах – одиннадцатые классы и все классы ниже. Преподавание астрономии весной (полностью или частично) усложняет ситуацию для группы одиннадцатиклассников. Но все эти формы работы охватывают крайне узкий слой школьников и не могут сколько-нибудь существенно образом повлиять на общий уровень преподавания астрономии в средней школе.

Следует подчеркнуть, что задачу восстановления и улучшения преподавания астрономии в школе приходится решать в крайне сложных условиях. В условиях общего падения уровня



На Барабашовских чтениях 2011 г., посвященных 50-летию первого полета человека в космос, выступает ветеран космодрома Байконур инженер-полковник Ю.А. Гагарин.

физико-математического образования в нашей средней школе, в условиях падения престижности труда педагога и ученого, в условиях хронического недофинансирования образования и науки.

И тем не менее астрономы Украины стремятся делать все зависящее от них, чтобы традиции астрономического образования в средней школе сохранить и развивать.

Тунгусский метеорит: на пути к забвению*

В. В. РУБЦОВ,
кандидат философских наук

Сто четыре года назад, в июне 1908 г., произошло грандиозное событие, природа которого и сегодня остается загадкой. Хотя оно и было названо “падением Тунгусского метеорита”, правомерность употребления слова “метеорит” в его названии может вызвать сомнение. За прошедшие десятилетия об этом событии немало сказано и написано. Пролет огненного тела, мощный

взрыв, вывал леса на огромной территории описаны в сотнях книг и статей. Десятки экспедиций посетили район Тунгусского взрыва, и их участники собрали важную информацию о взрыве и его последствиях. Построены теоретические (в том числе компьютерные) модели этого явления. В университетах, а также академических и прикладных НИИ Тунгусская проблема ак-

тивно изучается в двух важных аспектах – космохимическом (поиск микроколичеств космического вещества в почве и торфе) и аэро- и газодинамическом (баллистика атмосферного полета и взрыва метеорного тела). На первый взгляд Тунгусские исследования успешно развиваются. Так ли это? Попытаемся разобраться в этом вопросе.

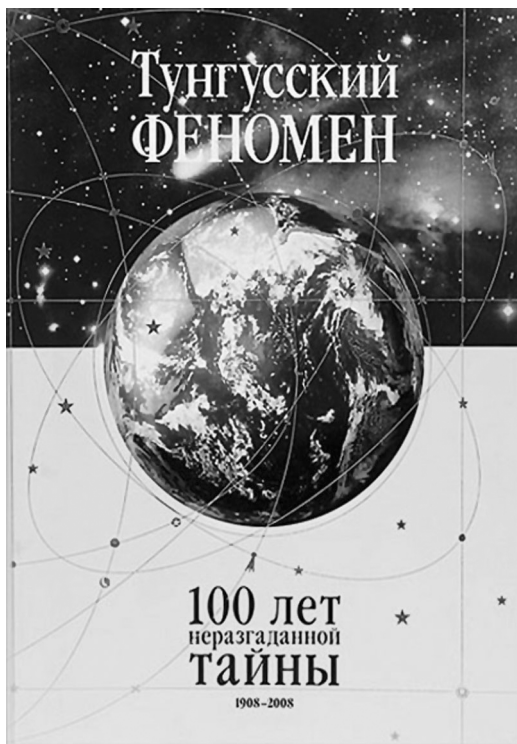
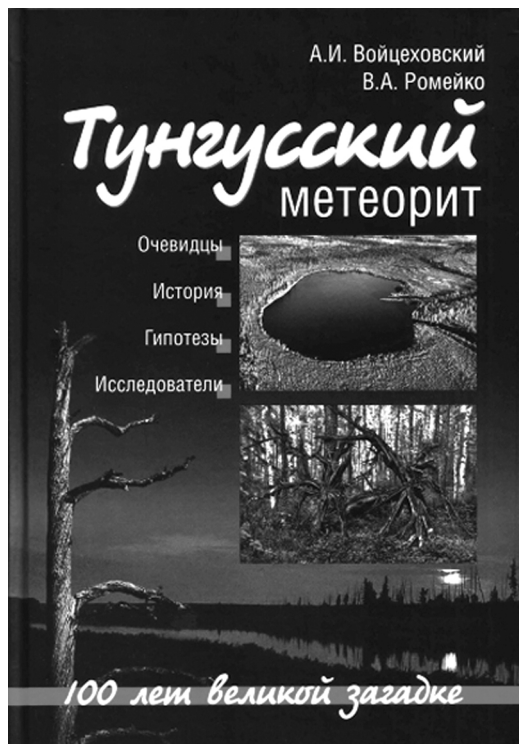
ПЕРВЫЕ СТО ЛЕТ...

В какой-то мере, безусловно, так. Четыре года назад отмечался столетний юбилей Тунгусского взрыва. Научные конференции прошли в Москве, Санкт-Петербурге, Том-

ске и Красноярске. Разумеется, не обошлось без шума в массовой печати, но и число серьезных публикаций на “тунгусскую тему” оказалось весьма значительным. Вышли из печати несколько интересных мо-

нографий и сборников статей. И, конечно же, никто не рассчитывал, что проблема Тунгусского метеорита будет решена именно к его столетию. Работа идет – и работа серьезная. Почему же в заглавии данной

* Наш журнал неоднократно рассказывал о проблеме Тунгусского метеорита. Например, в № 3 за 2008 г. к 100-летию Тунгусской катастрофы была опубликована подборка статей. Сегодня мы публикуем статью В.В. Рубцова – кандидата философских наук, академика Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, книга которого “Загадка Тунгуски” недавно опубликована нью-йоркским отделением издательства “Шпрингер”.



Книги, вышедшие к 100-летию Тунгусского явления.

статьи появилось слово “забвение”? Всего лишь из желания эпатировать читающую публику? К сожалению, нет.

К началу XXI в. объем собранной о Тунгусском явлении информации возрос до такой степени, что многое уже забывается или игнорируется новыми поколениями исследователей. Возникает опасность: комбинируя отдельные составляющие этой информации и отвлекаясь от других, можно строить самые разнообразные модели Тунгусского события, неплохо соответствующие тем или иным

гипотезам о его природе, но имеющие мало общего с реальностью. “Экстремальный” вариант такой стратегии — построение теоретических схем в полном отвлечении от эмпирии. “Что-то летело и упало” — эти несколько слов кажутся достаточно содержательным описанием Тунгусского падения. А иногда обходятся и без этого. Тогда возникают Никола Тесла как автор “Тунгусского эксперимента”, “взрыв болотного газа”, “криповулканизм” и прочие фантастические концепции. В Интернете подоб-

ные схемы уже, по сути дела, господствуют.

Но даже и более здравые модели Тунгусского явления, разработанные серьезными специалистами в той или иной области науки, порой страдают от избирательного отношения к тунгусской эмпирии. Банально звучит, но, тем не менее: факты являются “естественными границами” теорий, и выход за их пределы лишает теории смысла. Особенно предосудительно, когда игнорируются наиболее существенные и надежно установленные факты.

Последние 50 лет наиболее активные исследования на Тунгуске проводила Комплексная самостоятельная экспедиция (КСЭ). Ее работа способствовала формированию междисциплинарной области исследований “проблема Тунгусского метеорита”. Пятьдесят экспедиций, детальные каталоги и карты зон вывала, ожога и пожара, более трех десятков научных монографий и сборников статей – ощу-

тимый результат ее деятельности. Идея создания полной электронной базы данных о Тунгусском явлении обсуждается уже не первый год, хотя пока что в этой работе сделаны только подготовительные шаги. Но совершенно очевидно, что это будет **огромная** база данных.

Сегодня для того, чтобы судить о природе Тунгусского явления, исследователи располагают тремя группами его “признанных” следов.

1. *Материальные следы*: радиальный вывал леса площадью 2150 км², по форме напоминающий гигантскую бабочку; следы лучистого ожога растительности на площади около 200 км²; следы послекатастрофного пожара на площади порядка 800 км².

2. *Инструментальные следы*: сейсмограммы; микробарограммы; магнитограммы.

3. *Информационные следы*: показания очевидцев пролета Тунгусского космического тела



Падение Тунгусского метеорита. Картина художника Н.И. Фёдорова.



Южное болото, вид с вертолета. Фото В.В. Рубцова.

(ТКТ); показания очевидцев взрыва ТКТ; сведения об оптических аномалиях в атмосфере.

Существуют и другие явления, ассоциируемые с Тунгусским событием (такие, как “эффект треххвойности” местных сосен, палеомагнитная аномалия, аномалия зольности и проч.), но в их отношении исследователи не столь единодушны. Перечисленные же выше девять следов признаются практически всеми специалистами, которые занимались и занимаются Тунгусской проблемой.

Инструментальные следы Тунгусского взры-

ва важны не менее, чем следы материальные, или даже более – в силу своего “цифрового” характера. Сейсмограммы позволяют оценить мощность Тунгусского взрыва; микробарограммы содержат информацию о концентрации энергии взрыва; магнитограммы свидетельствуют о том, что взрыв сопровождался ионизирующим излучением.

Наблюдения очевидцев полета и взрыва ТКТ также заслуживают внимания. Их общее число достигает 700, причем “самые дальние” наблюдения пролета ТКТ были

сделаны на расстоянии от эпицентра порядка 1000 км. (“Общепринятая” цифра – 700 км, но есть сообщения и из более отдаленных районов.) Как справедливо заметил **В.А. Бронштэн**, один из выдающихся исследователей Тунгусской проблемы (неоднократно публиковавшийся также и в “Земле и Вселенной”), если ученые “рассматривают некоторую абстрактную математическую задачу, то могут получить и признать оптимальным любое решение, удовлетворяющее условиям задачи. Но если они хотят изучать реаль-

но наблюдавшееся явление, именуемое Тунгусским метеоритом, они обязаны учитывать имеющиеся наблюдательные данные и отбрасывать как негодные все решения, которые этим данным противоречат". В данном случае на основании анализа сообщений очевидцев можно с уверенностью сказать: **сначала** наблюдалось летящее тело, двигавшееся примерно в северном направлении, **затем** над Южным болотом произошел взрыв. Да, в показаниях очевидцев есть неясности и определенные противоречия, но общая последовательность событий определяется вполне однозначно. Можно, конечно, переписать эту последовательность "с точностью до наоборот": **сначала** де был взрыв, а **потом** наблюдался полет тела или "огненной массы" — от эпицентра, то есть в южном направлении — и на этой основе начать рассуждать об эксперименте Теслы, гравитолидах, "криптовулканической" природе Тунгусского взрыва и о плюме, возникшем при падении ТКТ, но связь таких рассуждений с реальным Тунгусским явлением будет весьма отдаленной.

Если, несколько абстрагируясь от природы Тунгусского тела, рассмотреть гипотезы о механизме его взрыва (или точнее — об источнике

произведенных в тайге разрушений, ибо ряд предложенных механизмов под понятие "взрыв" не подпадает), то их можно объединить в следующие две группы.

1. "Кинетический" взрыв. Причиной разрушений в тунгусской тайге была *кинетическая энергия* быстро движущегося тела — импактный взрыв; баллистическая волна тела, разрушившегося в воздухе; тепловой взрыв; прогрессивное дробление космического тела.

2. Взрыв за счет *внутренней энергии ТКТ*: химической, ядерной или другой.

Едва ли не наиболее важным моментом для выбора между "кинетическим" и "внутренним" механизмами Тунгусского взрыва является вопрос о скорости ТКТ. Строго говоря — о его массе и скорости, но скорость заметно важнее, поскольку в формулу кинетической энергии движущегося тела входит квадрат этой величины. Оценка же скорости ТКТ зависит от оценки угла наклона его атмосферной траектории: при малом угле наклона (порядка 15° или меньше) скорость ТКТ не могла быть больше **двух-трех** километров в секунду. В противном случае след баллистической волны летящего тела в структуре Тунгусского вывала был бы выражен более явно, чем это есть в действитель-

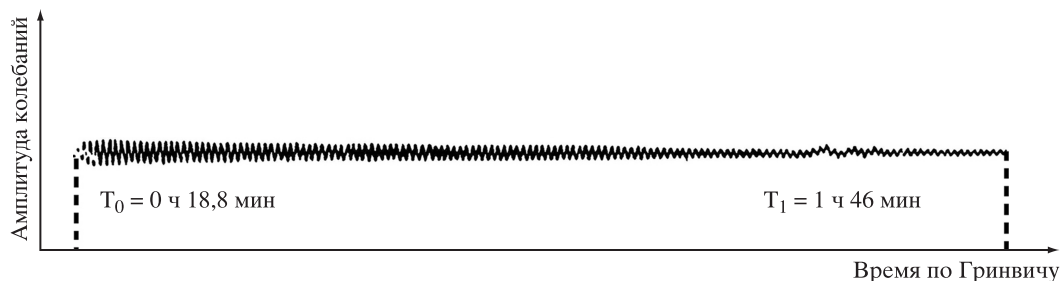
ности. "Кинетический" же механизм взрыва для любых разумных оценок массы ТКТ предполагает скорость в **десятки** километров в секунду. "Автоматически" угол наклона атмосферной траектории ТКТ возрастает до 30–40°.

Выбор между этими двумя вариантами исследователи делают либо на основе теоретических соображений (если "энергия разрушений" на Тунгуске отождествляется в первую очередь с энергией движения малого космического тела, то, естественно, постулируется высокая скорость и — по необходимости — крутая траектория), либо исходя из показаний очевидцев (полагая траекторию и низкая скорость). **Е.Л. Кринов**, участник самой продолжительной экспедиции, организованной **Л.А. Куликом**, и автор одной из лучших монографий по проблеме, полагал, что наклон траектории Тунгусского метеорита никак не мог превышать 17°.

важность точных цифр

Что можно сказать о физических характеристиках Тунгусского взрыва, исходя из наиболее точных данных — *инструментальных*?

Тунгусский взрыв вызвал землетрясение, зафиксированное сейсмометрами в Иркутске, Ташкенте, Тбилиси и



Сейсмограмма, записанная на Иркутской Магнитно-метеорологической обсерватории.

Йене. Сохранились, правда, только сейсмограммы из Иркутска и Йены. По просьбе Комитета по метеоритам АН СССР в 1970-х гг. сохранившиеся записи сейсмических и воздушных волн, вызванных Тунгусским взрывом, были детально изучены профессором **И.П. Пасечником** – крупнейшим советским специалистом по мониторингу ядерных взрывов, лауреатом Ленинской премии за работы в этой области. Как считал Пасечник, вся совокупность инструментальных данных о Тунгусском явлении свидетельствует о том, что в данном случае произошел взрыв космического тела за счет его внутренней энергии; мощность этого взрыва составила от 30 до 50 мегатонн.

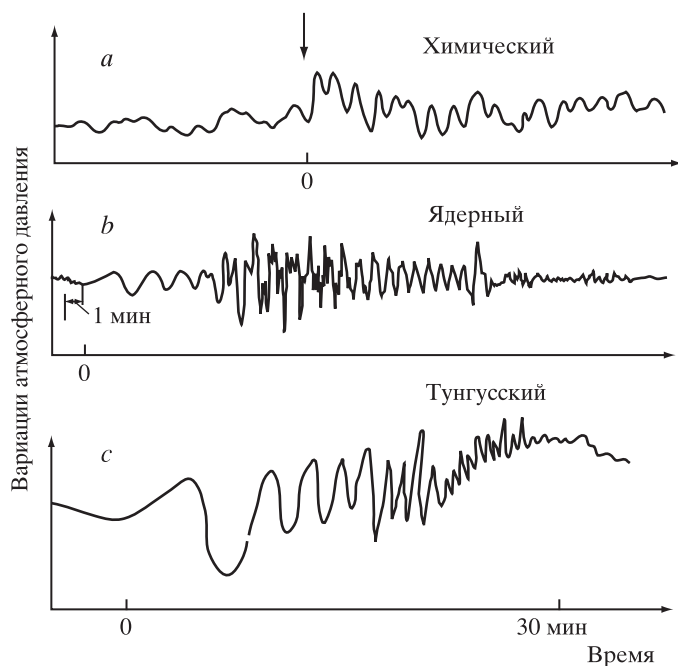
Инфразвуковую волну от Тунгусского взрыва зарегистрировали микробарографы в Сибири, европейской части России, Германии, Англии и других странах. Известно, что анализ микробарографических данных –

один из важных методов “ядерного мониторинга”. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. И.П. Пасечник был одним из тех советских ученых, которые доказали: имеющаяся аппаратура позволяет уверенно фиксировать даже самые маломощные ядерные взрывы на поверхности Земли, в земной атмосфере и в океане, производимые в любой точке земного шара. Но поначалу было неясно, удастся ли надежно **опознать** ядерные взрывы на фоне взрывов других типов, в частности вулканических и мощных химических. Советские геофизики успешно решили эту задачу, доказав, что “подписи” ядерных и неядерных взрывов на барограммах отличаются существенным образом. Как подчеркивал И.П. Пасечник, “даже при мощности [ядерного] взрыва всего в несколько килотонн записи воздушного взрыва сохраняют характерную форму, что позволяет уверенно отличить их от воздушных

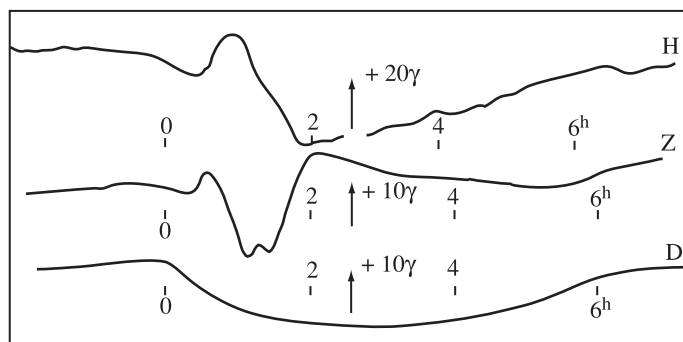
колебаний, вызываемых любыми другими причинами”.

Первым исследователем, сравнившим микробарограммы Тунгусского взрыва с микробарограммами ядерных взрывов, был **А.В. Золотов**. Он объяснял различие “ядерных” и “неядерных” барограмм разницей на семь порядков в концентрации энергии между ядерной и любыми другими видами “взрывчатки” (около $8,4 \times 10^{17}$ и $4,2 \times 10^{10}$ эрг/г соответственно). Поскольку тунгусские барограммы демонстрируют явное сходство с барограммами “ядерными”, Золотов заключил: “Взрыв Тунгусского космического тела имел большую концентрацию энергии в малом объеме”.

И.П. Пасечник согласился с тем, что “записи воздушных волн Тунгусского взрыва по своей форме повторяют записи одиночных ядерных взрывов сравнимой мощности”. Он также подтвердил обоснованность



Микробарограммы трех типов взрывов – мощного химического взрыва (а); ядерного взрыва мощностью в несколько мегатонн (b); Тунгусского взрыва (с).



Магнитограммы, записанные 30 июня 1908 г. на Иркутской Магнитно-метеорологической обсерватории.

гусского взрыва, – писал Пасечник (что несколько противоречит его же мнению о возможности уверенного опознания ядерного взрыва именно на основе анализа барограмм). – Однако большая мощность взрыва указывает на весьма высокую концентрацию энергии в единице массы космического тела”.

ШТОРМ В ИОНОСФЕРЕ

Третий инструментальный след Тунгусского взрыва – магнитограммы, записанные магнитографами Иркутской Магнитно-метеорологической обсерватории, которые с января 1905 г. работали в круглосуточном режиме. Это возмущение началось спустя 6,5 мин после Тунгусского взрыва и длилось около пяти часов. Записи магнитографов сохранились в архиве обсерватории и в 1959 г. были обнаружены и опубликованы научным сотрудником Иркутской обсерватории **К.Г. Ивановым**.

Для объяснения Тунгусского геомагнитного эффекта был предложен ряд моделей: вторжение в земную атмосферу кометного хвоста; термическая ионизация ионосферы ударной волной Тунгусского взрыва; расширение плазменного облака, возникшего при взрыве метеорита или ядра кометы; диамагнитное возмущение, вно-

вывода о высокой концентрации энергии в единице массы Тунгусского космического тела, хотя и уклонился от какой-либо конкретной интерпре-

тации этого обстоятельства. “По сейсмическим записям и записям воздушных волн нельзя сделать какого-либо заключения о природе Тун-

симое ударной волной, и другие. К сожалению, указанные модели работают плохо. В частности, как убедительно показано в работах **В.К. Журавлева** и **Д.В. Демина**, они не в состоянии объяснить продолжительность явления. По мнению К.Г. Иванова, *“этот эффект имеет много общего с геомагнитными эффектами ядерных взрывов в атмосфере Земли. Величина, форма и продолжительность вариаций близки как в случае взрыва [Тунгусского] метеорита, так и в случае геомагнитных эффектов ядерных взрывов”*. Действительно, “ядерные” геомагнитные бури – наиболее близкий аналог Тунгусского геомагнитного эффекта.

Локальные геомагнитные бури продолжительностью от 40 мин до 1 часа, вызванные высотными ядерными взрывами, были зафиксированы американскими геофизиками в 1958 г. Причина эффекта стала понятна довольно быстро: это огненный шар ядерного взрыва, испускающий ионизирующее излучение и содержащий значительный запас радионуклидов.

В 2003 г., выступая в Москве на юбилейной конференции “95 лет Тунгусской проблеме”, К.Г. Иванов согласился с тем, что сама по себе ударная волна не может объяснить тунгусский

геомагнитный эффект: требуется дополнительная ионизация ионосферы над местом взрыва. *“Причина дополнительной ионизации ионосферы остается неясной”*, – заметил он.

НЕ ТАКОЙ УЖ ПРИЗРАК РАДИАЦИИ...

Часто приходится читать в работах не только популярных или журналистских, что вопрос о радиоактивности на Тунгуске давно решен: ее там нет. Это далеко не так.

Не следует забывать два важных обстоятельства. Во-первых, Тунгусский взрыв произошел на значительной высоте – между 6 и 8 км над земной поверхностью. В подобных случаях радиоактивное загрязнение местности оказывается, как правило, незначительным. Во-вторых, он случился более ста лет назад. Даже первые попытки измерить его радиоактивные следы были сделаны спустя полвека после самого события. Измерительная аппаратура в те годы была не слишком совершенной. Сегодня ее возможности заметно выросли, но вырос и временной промежуток с момента взрыва. Прямой поиск радиоактивных осадков на Тунгуске малоперспективен. Существует, однако, высокочувствительный метод термолюминес-

ценции (ТЛ), который позволяет найти слабые и “давние” следы радиации.

Программа “Термолюм” осуществляется в КСЭ начиная с 1965 г. Были собраны и проанализированы сотни образцов горных пород (траппов) на всей территории тунгусского вывала. Эта работа продолжалась десятилетиями. В пределах зоны лучистого ожога интенсивность термолюминесценции минералов оказалась существенно пониженной, что объясняется воздействием световой вспышки Тунгусского взрыва. Но за пределами этой зоны уровни термолюминесценции существенно повышены, и вопрос – под воздействием какого именно фактора – являлся предметом долгих и тщательных исследований. В статье, опубликованной в сборнике “Феномен Тунгуски: многоаспектность проблемы” (Новосибирск, 2008), руководитель программы “Термолюм” **Б.Ф. Бидюков** признает: *«Если раньше мы излишне осторожничали, называя стимулирующий ТЛ фактор “неизвестным”, то пришло время сказать, что сейчас мы не видим никаких разумных альтернатив отождествлению этого фактора с достаточно жесткой радиацией»*.

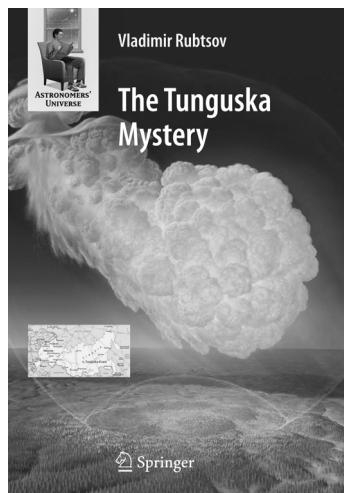
В научном сообществе присутствует не-

кая аллергия на ядерную модель Тунгусского взрыва. Считается, что ядерная природа взрыва автоматически означает, что ТКТ было инопланетным кораблем (когда-то так же реагировали на идею надземного взрыва). Причины “аллергии на корабль” – отдельный вопрос, но такая связь в любом случае неверна: разработаны также и естественные модели ядерного Тунгусского взрыва. По мнению **В.А. Алексеева**, научного сотрудника Троицкого института инновационных и термоядерных исследований, Тунгусское космическое тело могло быть ядром кометы, в поверхностном слое которого имел место “теплый” термоядерный синтез трития. В пользу этого предположения говорит, в частности, обнаруженный Алексеевым на Тунгуске изотоп гелий-3.

ОБРАЗ СОБЫТИЯ

Если опираться исключительно на эмпирические (и прежде всего инструментальные) свидетельства Тунгусского события, то в первом приближении его можно представить следующим образом.

...Утром 30 июня 1908 г. над просторами Сибири пролетело по пологой траектории (с углом наклона не более 15°) и с относительно небольшой скоростью (не-



В.В. Рубцов. Загадка Тунгуски. Нью-Йорк: Шпрингер, 2009. ISBN:9780387765730.

сколько километров в секунду) космическое тело неизвестной природы. Оно взорвалось на высоте 6–8 км, причем тротиловый эквивалент взрыва составил несколько десятков мегатонн, а по концентрации энергии Тунгусский взрыв приближался к ядерному. Судя же по локальному геомагнитному эффекту и аномалиям термолюминесценции, взрыв сопровождался ядерными реакциями и жестким излучением.

Можно ли сказать проще: Тунгусский взрыв был ядерным? Нет, ситуация здесь более сложная. Во-первых, судя по ряду моментов, концентрация его энергии все же не достигала “ядерного” уровня; во-вторых, присутствует непонят-

ная анизотропия поражающих факторов (как ударной волны, так и световой вспышки), нетипичная для обычных ядерных взрывов. Еще в январе 1959 г. на специальном семинаре в Москве авторитетнейший специалист по физике взрыва академик **М.А. Садовский**, подводя итоги обсуждения результатов первой послевоенной экспедиции на Тунгуску, заметил, что, судя по характеру разрушений, источник взрывной волны имел сложную форму. Возможно, “теплый термояд”, по Алексееву, мог бы объяснить эти странности, но пока что они остаются необъясненными.

Таковы факты. А наиболее “модная” “тунгусская теория” – “модель с плюмом”, разработанная в 2007 г. сотрудниками американской Национальной лаборатории Сандии **М. Бослоу** и **Д. Кроффордом**. Согласно Бослоу и Кроффорду, ТКТ – каменный астероид диаметром 58 м, с массой около 350 тыс. т, и этот астероид двигался со скоростью 15 км/с под углом 45° к поверхности планеты. Его вещество было практически полностью выброшено в верхние слои атмосферы посредством плюма, который образовался при полете астероида через атмосферу. Однако угол наклона траектории в 45° совершенно не со-

ответствует показаниям очевидцев Тунгусского явления: на расстоянии 700 км от эпицентра, где ТКТ уже светилось, оно бы находилось на высоте порядка 850 км. Каменный астероид, светящийся при движении в вакууме, выглядит, мягко говоря, сомнительно. Можно добавить, что никакого плюма никто из очевидцев Тунгусского феномена не видел, а таковой должен был протянуться вдоль траектории полета ТКТ, но в обратном направлении, и не заметить его было бы невозможно.

Замечу, что мировое научное сообщество вообще имеет слабое представление об эмпирическом материале, накопленном к настоящему времени российскими исследователями Тунгусской проблемы. Моя книга “Загадка Тунгуски” написана в значительной мере с “просветительскими” целями. Хотелось бы надеяться, что она поможет нашим коллегам в других странах лучше осознать всю сложность и нетривиальность задач, с которыми столкнулась на Тунгуске российская наука.

ПЕРСПЕКТИВЫ

Переломный момент в становлении междисциплинарной научной области исследований совпадает с появлением специализированных

(проблемно-специализированных) периодических изданий, в результате чего данная область исследований приобретает “окончательно реальный” статус. С этой точки зрения “пик развития” проблемы Тунгусского метеорита как междисциплинарной области исследований пришелся на период с 1996 г. по 2005 г., когда существовал журнал “Тунгусский вестник”, издававшийся Томским государственным университетом. Прекращение издания “Тунгусского вестника” привело, по сути дела, к разрушению этой области исследований.

Сегодня мы имеем перед собой две существенно отличающиеся картины одного и того же явления. Эмпирическая картина Тунгусского явления, серьезно обсуждаемая внутри Тунгусского исследовательского сообщества, такова: низкая скорость тела, малый угол наклона его траектории, взрыв за счет внутренней энергии с “околоядерной” концентрацией, ионизирующая радиация. Популярная же вне этого сообщества *теоретическая* картина Тунгусского явления (“или ядро кометы, или каменный астероид”) – принципиально иная: высокая скорость тела, большой угол наклона траектории, кинетическая энергия движения,

никакой ионизирующей радиации.

Какая из этих картин имеет шанс победить? Конечно, теоретическая: дисциплинарные сообщества наверняка предпочтут ее. Что же до междисциплинарного Тунгусского сообщества, то оно постепенно разрушается – в силу естественного старения его членов и исчезновения той социокультурной среды, в которой оно возникло. Если в самое ближайшее время не удастся существенно активизировать деятельность Комплексной самостоятельной экспедиции и в той или иной форме воссоздать “Тунгусский вестник”, то это сообщество может вообще исчезнуть. Надежно установленные эмпирические факты будут сначала игнорироваться, а потом забываться (как это уже и происходит), теории же станут приниматься за решение Тунгусской проблемы.

Есть ли выход из сложившейся ситуации? “Фантастический” – есть: создание междисциплинарного исследовательского центра, скажем при Государственном природном заповеднике “Тунгусский”, если не при Сибирском отделении РАН. Ну, а реальный пока что не просматривается. Так что слово “забвение” в названии статьи – во все не фигура речи и не преувеличение...

Постройка 18-дюймового телескопа “Фомальгаут”

Астрономией я увлекаюсь с детства. Это увлечение началось с того, что мама принесла мне книгу М. Ивановского “Солнце и его семья”, которую я перечитывал много раз “от корки до корки”. Потом была замечательная книга Феликса Юрьевича Зигеля “Сокровища звездного неба”. Из нее я узнал, помимо прочего, о телескопе “Мицар”, на долгое время ставшим моей самой заветной мечтой, которая – увы! – так и осталась несбывшейся: в то время его стоимость для меня была совершенно невообразимой.

Потом, в период окончания школы и учебы в Институте инженеров железнодорожного транспорта, который пришелся на середину 1990-х гг., увлечение астрономией отошло на второй план, вытесненное более важными, как мне тогда казалось, делами. С новой силой оно вспыхнуло в начале 2003 г., наверное, когда мне на глаза попало объявление о

продаже японского бинокля с зумом, позволяющим ставить увеличение до 120 крат. “Это же как карманный телескоп!” – подумал я. Но в процессе принятия решения о покупке выяснилось, что данного рода инструмент не очень подходит для наблюдений звездного неба и лучше купить телескоп, что я

и сделал, приобретая новосибирский рефрактор “ТАЛ 100R”.

Наблюдения с помощью этого рефрактора проводились пару лет, затем я захотел увидеть галактики, кометы и туманности более отчетливо и ярко (чего можно добиться только с телескопом большей апертуры). Поэтому решил постро-



Автор со своим 18-дюймовым телескопом-рефлектором.

ить рефлектор диаметром 10 дюймов, приобретя комплект зеркал и сделав все остальное самостоятельно. Монтровка данного телескопа была сооружена из 20-мм фанеры, труба бумажно-бакелитовая диаметром 300 мм изготовлена на заводе “Электроизолит” в г. Хотьково Московской области. Оправы главного и диагонального зеркал сделаны в основном из подручных материалов (обрезков дюралевого швеллера, стеклотекстолита, оцинкованного железа и всего того, что обычно лежит в гараже по углам). Токарные работы по изготовлению ряда ответственных деталей по моим чертежам выполнил мой отец.

Пробные наблюдения в “Синий доб” в августе 2005 г. показали, что труды были не напрасны: от красот звездного неба просто дух захватывало. M13, χ и h Персея, M57! Посмотрев на M27 в Лисичке, я наконец понял, почему ее называют “Гантель” или “Огрызок”: действительно, она имеет такую форму, которая в 100-мм рефракторе только угадывалась, а в 254-мм видна вполне отчетливо. Рефрактор я закрепил на “спине” “Синего доба”, превратив его в некую “наблюдательную станцию”, которую установил в обсерватории на даче.

Казалось бы, на этом можно было и остано-



Наблюдательная станция.

виться, но нет – тягу к творчеству не перебороть, и в итоге в 2007 г., то есть через два года после постройки “Синего доба”, я решил построить еще более крупный инструмент, диаметром 18 дюймов (460 мм), также предназначавшийся для наблюдения комет, туманностей, звездных скоплений и галактик, то есть всего того, что собирательно называют объектами deep-sky. Зеркала и фокусер я приобрел, а все остальное, как и при изготовлении предыдущего телескопа, сделал самостоятельно. Об этом строительстве я хотел бы рассказать подробнее.

Труба телескопа имеет ферменную разборную конструкцию. Боксы диагонального и главного зеркал соединяются при помощи восьми алюминиевых трубок диаметром 22 мм, которые образуют четыре треугольника, – такая конструкция эффективно препятствует возможным деформациям. Крепления трубок сделаны из подручных материалов: нижние – из четырех слоев 10-мм фанеры, склеенных эпоксидной смолой, верхние – из алюминиевого уголка 50 × 50 × 3 мм.

Диагональное зеркало установлено в круглом боксе, изготовленном из



Дачная обсерватория в "боевом" положении.

двух фанерных колец, скрепленных отрезками 22-мм алюминиевой трубы. Пространство между кольцами закрыто половой ватмана, склеенного в три слоя клеем ПВА. К кольцам он крепится при помощи обойных гвоздей. Фокусер установлен на отдельной окулярной доске, также изготовленной из фанеры толщиной 10 мм. Рядом с фокусером установлен так называемый "искатель с

красной точкой", который указывает место наведения телескопа при помощи проекции на прозрачное стекло, сквозь которое видно небо, точки от лазерного луча.

Главное зеркало телескопа установлено на специально изготовленной оправе, разгружающей его на 18 симметрично расположенных точек, таким образом, минимизируются возможные весовые дефор-

мации зеркала в процессе наблюдений. "Точки" расположены в вершинах шести равносторонних треугольников, которые попарно закреплены на коромыслах и могут качаться, устанавливаясь самостоятельно в плоскости нижней поверхности зеркала. Пластина разгрузки зеркала установлена на Т-образно соединенных дюралевых швеллерах, к которым она крепится котировочными винтами. Между пластиной и швеллером установлена (надета на котировочный винт) мощная отжимная пружина (от клапана двигателя ВАЗ 2101), позволяющая при регулировании телескопа отказаться от зажимных винтов. Кроме того, есть боковая разгрузка зеркала, изготовленная из ремня безопасности от автомобиля.

Следует отметить, что данная оправа сделана фактически на кухонном подоконнике с минимальным количеством "станочных" деталей. При отсутствии доступа к металлообрабатывающим станкам, данные детали вполне можно изготовить в домашних условиях либо заменить на что-то готовое, продающееся в хозяйственных магазинах.

Оправа главного зеркала установлена в квадратном фанерном боксе с толщиной стенок 10 мм. Фанерные панели скреплены без использо-

вания клея или шипорезного приспособления – с помощью алюминиевых уголков и отрывных заклепок. В нижней части короба установлены козыньки жесткости, в верхней – диафрагма, одновременно являющаяся дополнительным ребром жесткости. Диафрагма закреплена ниже верхнего среза короба главного зеркала, в углах короба установлены крепления трубок фермы, это позволило сократить общие габариты телескопа.

В коробе главного зеркала установлено шесть вентиляторов от компьютера, назначение которых – ускорять термостабилизацию зеркала. При выносе телескопа из теплого помещения на улицу внешние слои зеркала остывают быстрее, чем внутренние, что приводит к короблению зеркала и его поверхность теряет первоначальную форму, в результате искажается строимое зеркалом изображение. Теплый воздух от зеркала создает над отражающей поверхностью некое “марево”, которое тоже картинку в окуляре не улучшает.

Перемещение телескопа по вертикали осуществляется на полуосях, закрепленных по бокам короба главного зеркала. Изготовлены полуоси из 20-мм фанеры, для снижения общего веса телескопа они имеют сложную форму с



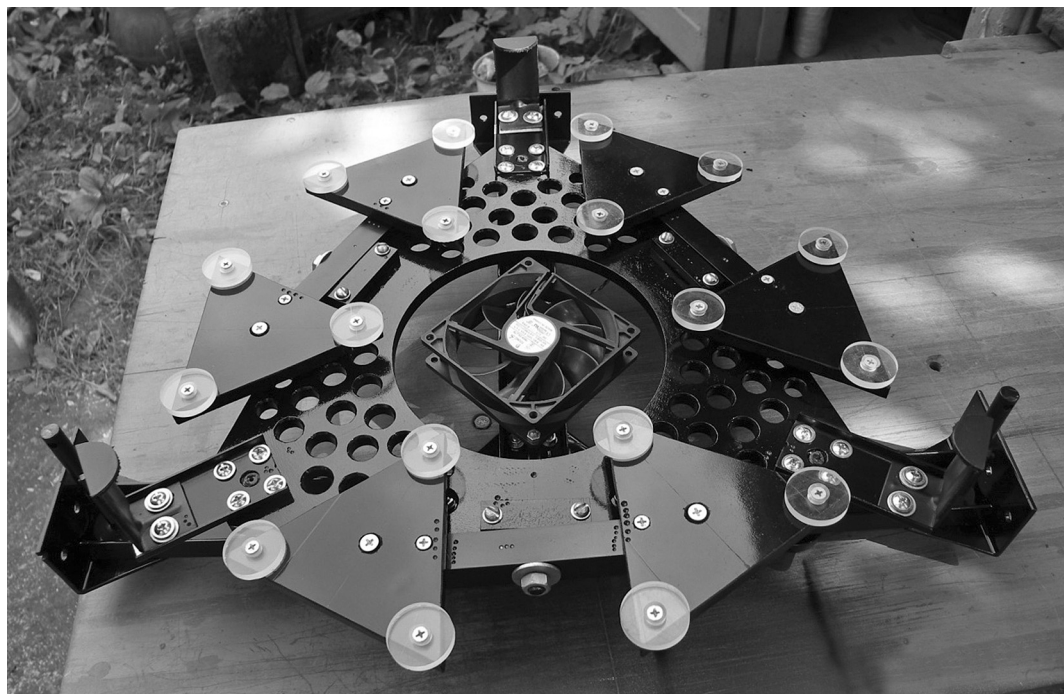
18-дюймовый телескоп.

вырезанными фигурными “окнами”. Снаружи полуоси, по торцу, закреплена алюминиевая полоса, улучшающая скольжение телескопа по фторопластовым опорам. Пара алюминий-фторопласт широко используется в любительском телескопостроении, так как скольжение очень легкое и отсутствует эффект “залипания”, когда требуется повышенное усилие, чтобы стронуть телескоп с места.

Труба телескопа вращается на монтировке Добсона, представляющей собой короб, в противоположных боковинах которого сделаны вырезы для полуосей. Сама монтировка Добсона изготовлена из 20-мм

фанеры и вращается на фторопластовых опорах, закрепленных на трехлучевой дюралевой звезде, являющейся основным конструктивным элементом. Между фторопластом и основанием короба проложен диск из металлизированного текстолита. Монтировка телескопа будет оборудована приводами, однако в настоящий момент их изготовление еще не закончено.

Хотелось бы подчеркнуть, что при изготовлении телескопа я не использовал какие-либо дефицитные материалы и уникальные инструменты, а количество изготовленных на станках деталей было сведено к минимуму, поэтому строительство подобно-



Оправа главного зеркала.

го телескопа вполне по силам человеку, умеющему держать в руках отвертку и молоток. Главная сложность – в поиске комплекта зеркал, но и она не является непреодолимой. Постройка Фомальгаута была завершена в августе 2010 г., т.е. фактически продолжалась более 3-х лет, в основном по причине недостатка свободного времени и длительности ожидания заказанных деталей.

К сожалению в 2010 г. провести полноценные наблюдения, по причине летней жары и задымленности от торфяных пожаров, не получилось, а осень в выходные дни, –

увы! – не радовала хорошей погодой. Поэтому первые наблюдения на достаточно темном небе были проведены только в августе 2011 г. и не разочаровали: М13 и М92 видны как на хорошей фотографии, а возможно и лучше, т.к. на фото центр обычно пересвечен и сливается в однородное сияние, в то время как в окуляре картина совсем другая – скопления четко “рассыпаны” на звездочки до самого центра. Туманность Андромеды, кроме своих спутников, доступных уже 100-мм рефрактору, показывает две темные пылевые полосы, которые, не имея четко очер-

ченных краев, выглядят как потемнения на общем светлом фоне. χ и h Персея – просто звездная россыпь – звездочки как наколотые, почти по всему полю зрения окуляра Наглер 31 мм Т5, работающего в связке с визуальным Паракором. Так же я, помимо М33, тоже демонстрировавшей спиральную структуру, наблюдал ряд тусклых галактик в созвездии Треугольник, что показало, что телескоп позволяет уверенно фиксировать галактики 12–13^м. Думаю, при благоприятных погодных условиях возможно обнаружить и более тусклые объекты; во время последних

наблюдений сильно мешал туман.

Проведенные наблюдения показали, что телескопу доступны очень тусклые объекты и, таким образом, можно сказать, что “наблюдательным материалом”

я обеспечен на многие годы вперед.

Более подробно с информацией о строительстве моих телескопов можно ознакомиться на сайте “Астрономия и телескопостроение”, в разделе “Астротека” –

“Статьи: Любительское телескопостроение”.
Мой адрес в Интернете:
<http://www.astronomer.ru/library.php?action=2&sub=1&group=1>

А.Е. ПЕЦЫК
Москва

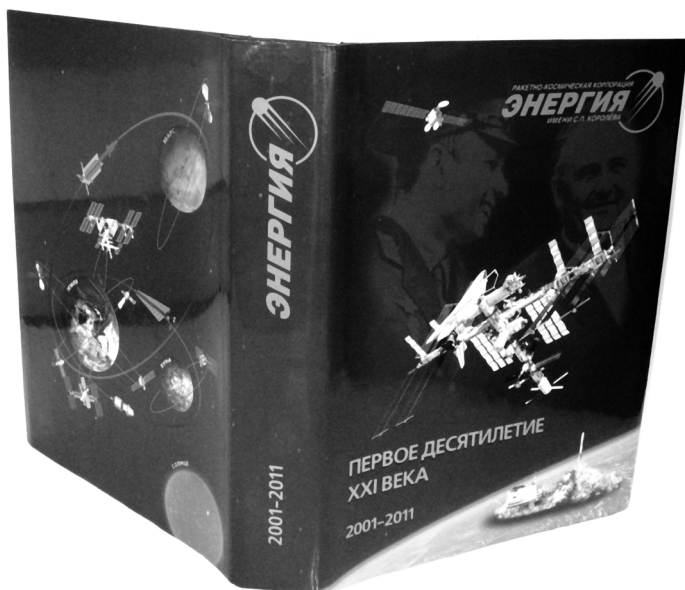
НОВЫЕ КНИГИ

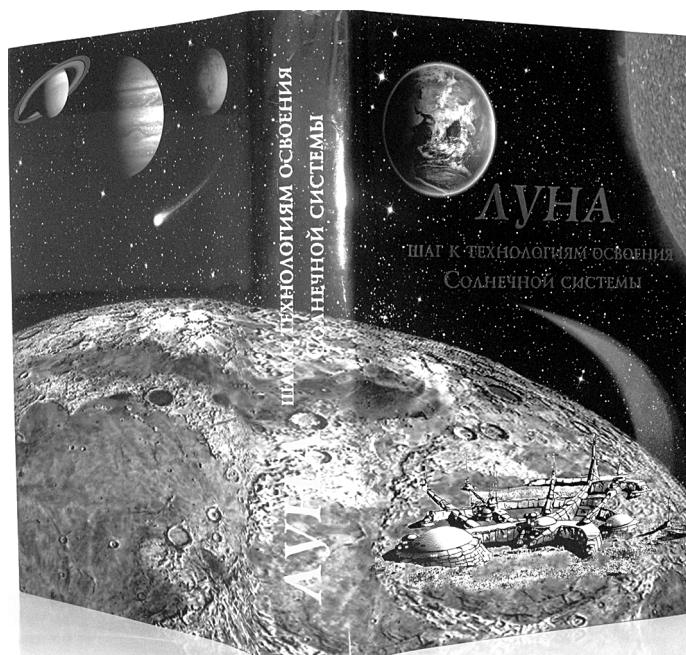
Издания РКК “Энергия” им. С.П. Королёва

В 2011 г. Ракетно-космическая корпорация “Энергия” им. С.П. Королёва выпустила две новые книги. Издания приурочены к 50-летию первого полета человека в космос и 65-летию со дня основания Корпорации. Это плод совместного труда большой творческой группы ученых и сотрудников Корпорации и предприятий ракетно-космической отрасли (ЦНИИмаш, Исследовательский центр им. М.В. Келдыша, НПО им. С.А. Лавочкина, КБ общего машиностроения им. В.П. Бармина, ИКИ РАН, ГЕОХИ, ГАИШ МГУ), в том числе непосредственных участников работ по различным направлениям деятельности Корпорации. Книги выполнены в современном дизайне, содержат впечатляющее количество таблиц и иллюстраций, включая фотографии, коллажи, графики, схемы, диаграммы.

Книга “РКК “Энергия” им. С.П. Королёва. Первое десятилетие XXI века” (главный редактор – президент РКК “Энергия”, генеральный конструктор член-корреспондент РАН В.А. Лопота) представляет собой третий том по истории предприятия. В 1996 и 2001 гг. вышли первые два тома (Земля и Вселенная, 1996, № 6). На страницах этого издания представлены направления деятельности Корпорации с 2001 г.

В книге десять глав. В главе “Пилотируемые космические комплексы и системы” приводятся материалы по строительству и эксплуатации Российского сегмента Международной космической станции, его транспортно-техническому обеспечению, реализации программы экспериментов и исследований, этапам и результатам разработок по перспективным транспортным пилотируемым и грузовым системам нового поколения. Глава “Автоматизация космических полетов” посвящена развитию автоматизированных систем управления полетами космических аппаратов. Глава “Космические аппараты” посвящена развитию космических аппаратов для различных направлений деятельности Корпорации. Глава “Космические аппараты” посвящена развитию космических аппаратов для различных направлений деятельности Корпорации. Глава “Космические аппараты” посвящена развитию космических аппаратов для различных направлений деятельности Корпорации.





тические космические комплексы и системы” содержит описание результатов работ по проектам космических аппаратов различного назначения на основе задела по первой отечественной современной универсальной космической платформе негерметичного исполнения, созданной в Корпорации. Представлены также результаты проектных проработок по тяжелым геостационарным космическим аппаратам связи. В главе “Ракетно-космические комплексы и системы” рассказывается о работах по международным проектам “Морской старт” и “Наземный старт”, их эксплуатации, а также о разгонных блоках серии ДМ для РН “Протон” и перспективам создания комплекса сверхлегкого класса. Глава “Международная деятельность” посвящена вопросам сотрудничества с зару-

бежными партнерами при реализации различных совместных программ, в том числе по Международной космической станции, европейскому транспортному кораблю ATV и проекту “Морской старт”. Работы по созданию и развитию технологий водородной энергетики представлены в главе “Использование космических технологий”, включая энергоустановки с электрохимическими генераторами космического и некосмического назначения, в том числе на основе топливных элементов. Здесь же представлены результаты производства и внедрения в практику комплекса средств протезирования, которыми также занимается РКК “Энергия”. Интерес вызовет и раздел “Решение задач XXI века с использованием космических технологий”, где рассматрива-

ются актуальные проблемы современной космонавтики и демонстрируются новейшие передовые продукты предприятия.

Отдельные главы книги посвящены дочерним предприятиям Корпорации, вопросам строительства, социального развития, медицины и торговли, кадровым вопросам, деятельности предприятия как акционерного общества, информационной деятельности. В конце книги помещены таблицы полетов космических кораблей серии “Союз” (запуски с 1966 г.) и “Прогресс” (с 1978 г.), использования разгонных блоков типа ДМ для выведения различных космических аппаратов. Приведена хронология полетов на Международную космическую станцию в 1998–2011 гг. В этом разделе читатель найдет также данные о памятной и сувенирной продукции, выпущенной предприятием в 1957–2011 гг.

Книга “Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы” (научные редакторы – академик В.П. Легостаев и член-корреспондент РАН В.А. Лопота) посвящена исследованию и перспективам освоения нашей небесной соседки. Подарочное издание состоит из шести глав.

В первой главе обобщены многочисленные накопленные данные о Луне как небесном теле. Представлены гипотезы ее происхождения, рассказано о внутреннем и поверхностном составе, об атмосфере и аномалиях магнитного поля, условиях жизнедея-

тельности людей на поверхности Луны. Рассмотрены возможности проведения уникальных экспериментов и решения ряда задач, среди них изучение поверхности и внутреннего строения Луны и окололунного пространства; поиск и анализ ресурсов, возможных для использования в практических целях; исследование фундаментальных проблем мироздания.

Во второй главе кратко описаны исторические аспекты ранее выполненных исследований Луны с помощью АМС. Освещены экспедиции американских астронавтов на поверхность Луны по программам “Аполлон” и советские планы аналогичных экспедиций, сформулированы цели и задачи освоения Луны с современных позиций.

В третьей главе изложены возможные этапы освоения Луны, включая создание обитаемой базы, строительство экспериментальной, а затем и промышленной инфраструктуры, которая постепенно должна перейти на полное самообеспечение. Обсуждаются схемы пилотируемых экспедиций современного уровня развития технологий.

Четвертая глава посвящена лунной инфраструктуре на различных этапах ее развития. Проанализированы состав обитаемой базы и порядок ее развертывания, средства жизнеобеспечения, условия деятельности на поверхности. Приведены примеры солнечных и атомных электростанций лунных баз, атомных теплоэлектростанций добывающе-перерабатывающих комплексов, технологии переработки лунного грунта для получения кислорода, металлов и компонентов ракетного топлива. Приводится информация о луноходах и других вспомогательных средствах лунной инфраструктуры, составе лунного поселения и его архитектуре, использовании космопорта в окололунном пространстве.

В пятой главе представлено описание транспортных систем первого и последующих этапов промышленного освоения Луны. Оценены грузопотоки для создания и обслуживания лунной базы, показаны варианты ракет-носителей и средств транспортировки. Для первого этапа при использовании ракетного топлива, произведенного на Земле, предложены од-

норазовые пилотируемые и грузовые корабли, взлетно-посадочные комплексы, многоразовый межорбитальный ядерный электро-ракетный буксир. Проанализирована техническая и экономическая эффективность этой транспортной системы. Возможно производство ракетного топлива на Луне, в этом случае необходимо создать перевалочную базу – лунную орбитальную станцию, многоразовые корабли и взлетно-посадочные комплексы. Для более отдаленной перспективы планируется разработать составляющие транспортной системы на основе беспроводной передачи энергии и электромагнитных ускорителей.

Шестая глава посвящена вопросам энергоснабжения Земли из космоса. В ней показана роль космонавтики в предотвращении энергетического и экологического кризисов на Земле. Предложены меры по регулированию земного климата с помощью космических средств, в том числе изготавливаемых на Луне из различных материалов.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь – октябрь 2012 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Сентябрь		
1	2	Меркурий проходит в $1,2^\circ$ севернее Регула (α Льва)
7	5	Луна в апогее
8	11	Луна проходит в 1° южнее Юпитера
8	13	Последняя четверть
10	13	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
12	15	Луна проходит в 4° южнее Венеры
16	2	Новолуние
16	11	Луна проходит в 6° южнее Меркурия
18	11	Луна проходит в 5° южнее Сатурна
19	3	Луна в перигее
19	20	Покрытие Марса Луной
22	14	Осеннее равноденствие
22	19	Первая четверть
29	7	Уран в противостоянии с Солнцем
30	3	Полнолуние
Октябрь		
1	12	Меркурий проходит в $1,6^\circ$ севернее Спики (α Девы)
3	7	Венера проходит в $0,1^\circ$ южнее Регула (α Льва)
4	13	Юпитер переходит от прямого движения к попятному
4	23	Луна в апогее
5	10	Меркурий проходит в $3,2^\circ$ южнее Сатурна
5	21	Луна проходит в 1° южнее Юпитера
8	7	Последняя четверть
12	14	Луна проходит в 6° южнее Венеры
15	11	Новолуние
16	2	Луна проходит в 5° южнее Сатурна

Таблица I (окончание)

Дата	Время, ч	Событие
17	1	Луна в перигее
17	2	Луна проходит в 1° севернее Меркурия
18	13	Луна проходит в 2° севернее Марса
21	0	Марс проходит в 3,6° севернее Антареса (α Скорпиона)
22	3	Первая четверть
25	8	Сатурн в соединении с Солнцем
26	15	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (24°)
29	19	Полнолуние

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

Таблица II

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
					восход	заход	восход	заход	восход	заход
	ч	м	о	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м
Сентябрь 1	10	42	+08	16	05:23	18:41	05:07	18:57	04:40	19:24
11	11	18	+04	33	05:35	18:22	05:26	18:31	05:11	18:46
21	11	54	+00	42	05:47	18:03	05:45	18:05	05:41	18:09
Октябрь 1	12	30	-03	11	05:59	17:44	06:04	17:40	06:11	17:32
11	13	06	-07	01	06:12	17:26	06:23	17:15	06:42	16:56
21	13	43	-10	42	06:25	17:09	06:43	16:51	07:13	16:20
31	14	22	-14	06	06:38	16:53	07:03	16:28	07:47	15:45

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 3 сентября 2012 г. в Иркутске (широта – 52°17', долгота – 6° 57', 6-я часовая зона – московское время плюс 5^ч, UT + 9^ч). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 3 сентября, получаем 5^ч 16^м. Вычтем из него долготу места, прибавим 9^ч, получим 7^ч 19^м.

Таблица III

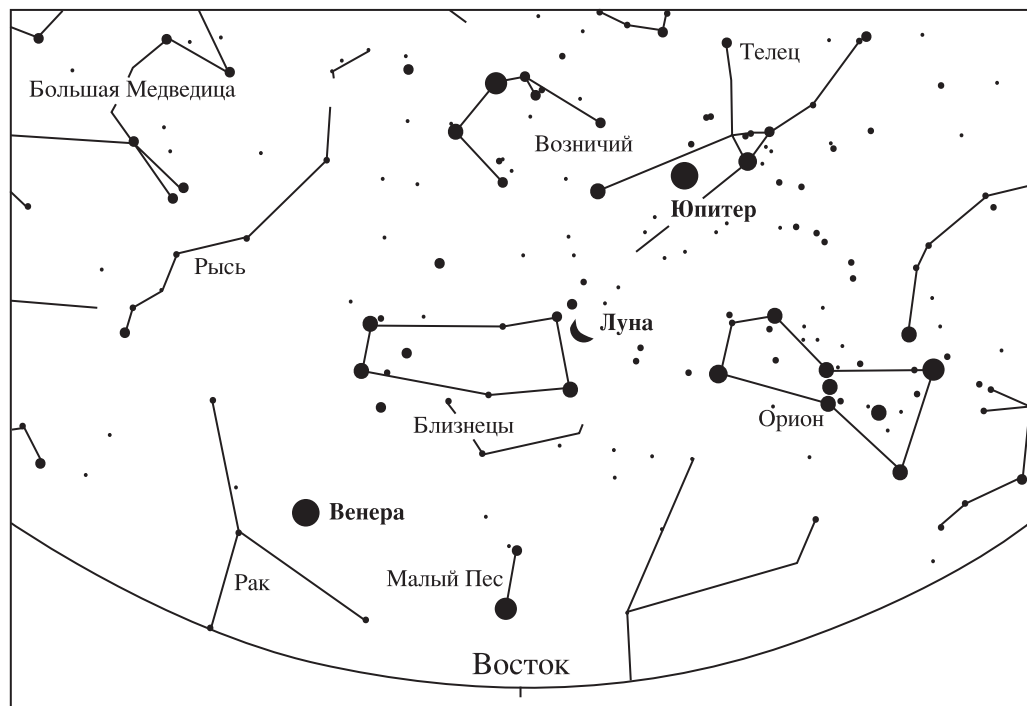
ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период*
	ч	м	о	'		"		45°	55°	65°	
Меркурий											
Сентябрь 1	10	09,3	+13	10	-1,4	5,2	0,93	–	–	–	
11	11	21,8	+05	52	-1,8	4,8	1,00	–	–	–	
21	12	26,3	-02	00	-0,9	4,8	0,97	–	–	–	

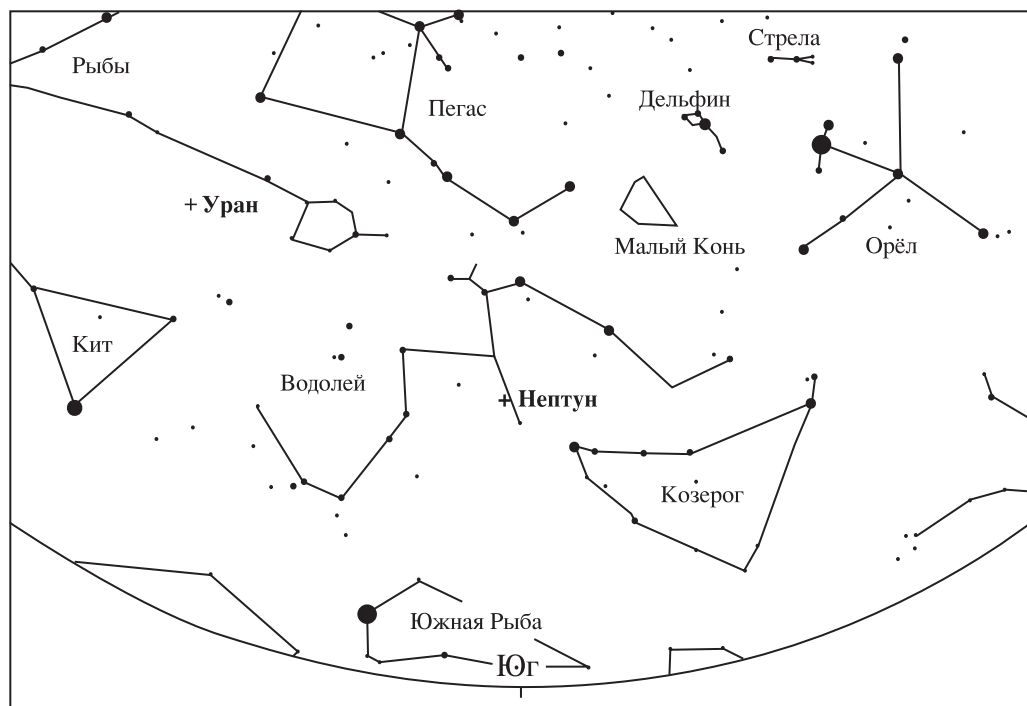
Таблица III (окончание)

Дата		α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период*
		ч	м	о	'				45°	55°	65°	
Октябрь	1	13	24,8	−09	20	−0,4	5,0	0,91	–	–	–	
	11	14	19,9	−15	37	−0,2	5,3	0,84	–	–	–	
	21	15	11,7	−20	28	−0,2	6,0	0,73	–	–	–	
	31	15	53,8	−23	17	−0,1	7,1	0,53	–	–	–	
Венера												
Сентябрь	1	07	41,3	+19	21	−4,3	20,1	0,59	4,1	4,6	5,5	Утро
	11	08	26,5	+17	55	−4,2	18,4	0,63	4,1	4,6	5,6	Утро
	21	09	12,2	+15	40	−4,2	17,1	0,67	4,0	4,5	5,4	Утро
Октябрь	1	09	57,8	+12	39	−4,1	15,9	0,71	3,9	4,4	5,2	Утро
	11	10	43,0	+08	59	−4,1	15,0	0,74	3,7	4,2	5,0	Утро
	21	11	27,9	+04	49	−4,0	14,1	0,78	3,5	4,0	4,8	Утро
	31	12	12,8	+00	20	−4,0	13,5	0,81	3,3	3,8	4,6	Утро
Марс												
Сентябрь	1	14	11,0	−13	45	1,2	5,2	0,91	1,3	–	–	Вечер
	11	14	36,8	−15	59	1,2	5,1	0,92	1,2	–	–	Вечер
	21	15	03,7	−18	04	1,2	4,9	0,93	1,1	–	–	Вечер
Октябрь	1	15	31,9	−19	56	1,2	4,8	0,93	1,0	–	–	Вечер
	11	16	01,2	−21	34	1,2	4,7	0,94	1,0	–	–	Вечер
	21	16	31,7	−22	53	1,2	4,6	0,94	1,0	–	–	Вечер
	31	17	03,3	−23	50	1,2	4,6	0,95	1,1	–	–	Вечер
Юпитер												
Сентябрь	1	04	52,7	+21	44	−2,2	39,2	0,99	7,0	7,5	8,2	Утро
	11	04	56,5	+21	50	−2,2	40,4	0,99	7,8	8,5	9,4	Утро
	21	04	59,1	+21	53	−2,3	41,7	0,99	8,6	9,4	10,6	Утро
Октябрь	1	05	00,3	+21	54	−2,4	43,0	0,99	9,5	10,3	11,8	Утро
	11	05	00,1	+21	54	−2,5	44,3	0,99	10,3	11,3	13,0	Утро
	21	04	58,4	+21	51	−2,5	45,6	1,00	11,2	12,3	14,1	Утро
	31	04	55,4	+21	46	−2,6	46,7	1,00	12,1	13,3	15,3	Ночь
Сатурн												
Сентябрь	1	13	40,1	−07	55	0,8	16,0	1,00	1,1	–	–	Вечер
	11	13	43,8	−08	17	0,8	15,8	1,00	0,7	–	–	Вечер
	21	13	47,8	−08	41	0,7	15,7	1,00	–	–	–	
Октябрь	1	13	52,0	−09	06	0,7	15,6	1,00	–	–	–	
	11	13	56,5	−09	31	0,7	15,5	1,00	–	–	–	
	21	14	01,0	−09	57	0,6	15,5	1,00	–	–	–	
	31	14	05,6	−10	22	0,6	15,5	1,00	–	–	–	

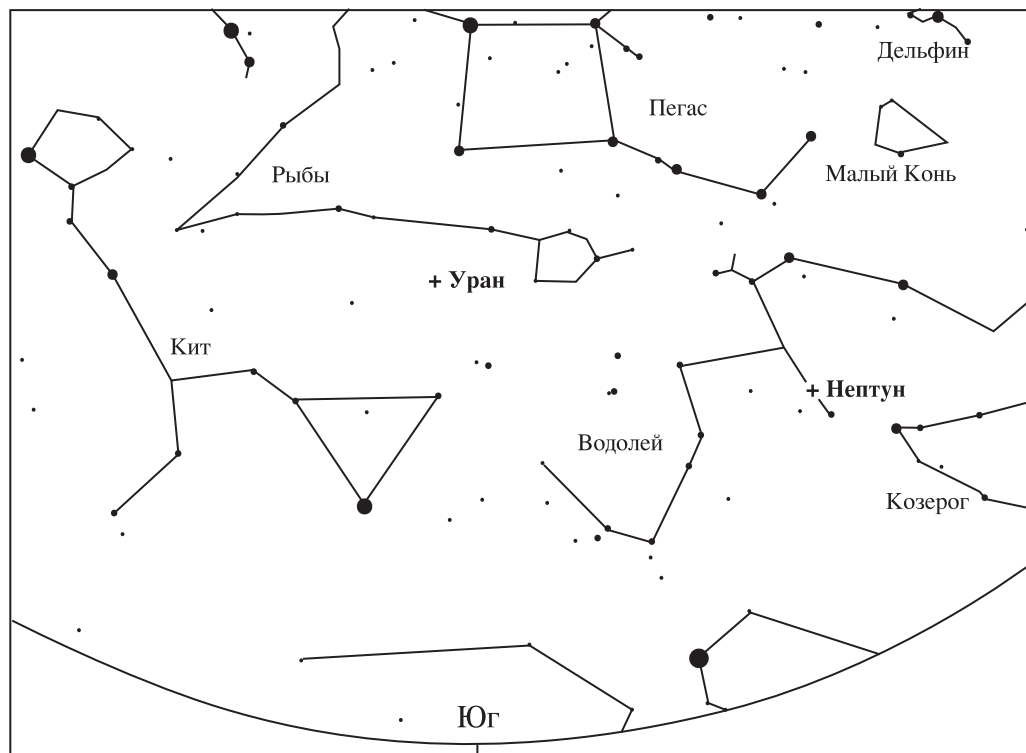
Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени, F – фаза планеты, * – период видимости планеты.



Вид восточной части звездного неба в Москве 10 сентября в 4^ч по московскому времени. Отмечено положение Луны, Венеры и Юпитера.



Вид южной части звездного неба в Москве 15 сентября в 0^ч по московскому времени. Отмечено положение Урана и Нептуна.



Вид южной части звездного неба в Москве 15 октября в 0^ч по московскому времени. Отмечено положение Урана и Нептуна.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

1 сентября **Меркурий** пройдет в $1,2^\circ$ севернее звезды Регул (α Льва), его еще можно увидеть в лучах утренней зари. Ближайшая к Солнцу планета быстро приближается к нему, 10 сентября она будет в верхнем соединении с дневным светилом. В октябре Меркурий уже очутится к востоку от Солнца, его склонение будет меньше солнечного, поэтому для наблюдателей в Северном полушарии Земли он заходит за горизонт вскоре после Солнца. В Южном полушарии сложатся оптимальные условия видимости. 26 октября ближайшая к Солнцу планета в наибольшей восточной элонгации (24°), но более южное склонение Меркурия не позволит наблюдать его даже в южных районах нашей страны.

В сентябре – октябре **Венера** хорошо видна по утрам. Продолжительность видимости планеты около 4 ч на юге страны и более 5 ч в северных районах. Венера постепенно удаляется от Земли, ее видимый угловой диаметр уменьшается. 3 октября утренняя планета пройдет в $0,1^\circ$ южнее звезды Регул (α Льва). Луна пройдет рядом с Венерой 12 сентября и 12 октября.

Марс виден осенью по вечерам в южных районах нашей страны около 1 ч. Он продолжает удаляться от Земли, видимый угловой размер уменьшается. 5 сентября Марс переходит из созвездия Девы в созвездие Весов, 6 октября в созвездие Скорпиона и 18 октября в созвездие Змееносца. Луна пройдет вблизи Марса 19 сентяб-

ря (покрытие Луной Красной планеты видно в Южной Америке и в акваториях Тихого и Атлантического океанов) и 18 октября.

В сентябре **Юпитер** виден в утреннее время, а во второй половине октября – в ночное. Видимый угловой диаметр планеты-гиганта понемногу увеличивается, он перемещается по созвездию Тельца немного севернее и восточнее скопления Гиады. 4 октября Юпитер переходит от прямого движения к попятному. Луна пройдет вблизи планеты-гиганта 8 сентября и 5 октября.

В начале сентября **Сатурн** можно увидеть в вечернее время в южных районах нашей страны. Во второй по-

ловине сентября и в октябре планета находится на небесной сфере поблизости от Солнца и не доступна наблюдениям. 25 октября Сатурн будет в соединении с Солнцем.

29 сентября **Уран** вступает в противостояние с Солнцем, расположившись в созвездии Рыб. Блеск планеты (5,7^m) позволит заметить ее на темном небе даже невооруженным глазом. Траектория движения Урана по небесной сфере приведена в предыдущем номере.

Нептун можно найти в созвездии Водолея, используя телескоп или крупный бинокль (Земля и Вселенная, 2012, № 2).

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Железнодорожный (Московская обл.)

Информация

Новый спуск в Марианскую впадину

26 марта 2012 г. в 1 ч 52 мин по московскому времени американский режиссер Джеймс Кэмерон (James Cameron) стал третьим человеком в истории, достигшим в батискафе самой низкой точки Мирового океана – дна Марианской впадины (10 994 м). Дж. Кэмерон – автор многих фильмов, среди которых “Бездна” (1989), “Титаник” (1997) и “Аватар” (2009). Для постройки батискафа “Дипси Челленджер” (“Deersea Challenger”, в переводе с английского – глубоководный



Батискаф “Дипси Челленджер” во время погружения в Марианскую впадину. 26 марта 2012 г. Фото Би-би-си.



Дж. Кэмерон на батискафе “Дипси Челленджер” перед погружением на дно Тихого океана. 26 марта 2012 г. Фото Би-би-си.

бросающий вызов) использовались самые современные композитные материалы, включая карбон, а после эксперимента он продолжит служить науке. Батискаф начал погружение примерно в 400 км от тихоокеанского острова Гуам и достиг дна в западной части Тихого океана в районе Бездны Челленджера, названной в честь бесстрашного исследова-

вателя профессора Джорджа Челленджера, героя романов Артура Конан Дойла “Затерянный мир”, “Отравленный пояс”, “Когда Земля вскрикнула”. Дж. Кэмерон пробыл на глубине 2 ч 36 мин, собирая образцы грунта и живых организмов, после чего успешно поднялся на поверхность. С борта одноместного глубоководного аппарата “Дипси Челлен-

джер” он выполнил видео- и фотосъемку. Отснятые Дж. Кэмероном кадры лягут в основу научно-документального фильма канала “National Geographic” и помогут в работе над продолжением нашумевшего фильма “Аватар”. Общее время эксперимента составило 6 ч.

Дж. Кэмерон с детства увлекается океанологией. К настоящему времени на его счету 72 глубоководных погружения, 33 из них он совершил к обломкам “Титаника”, когда снимал одноименный фильм. В этом ему помогла команда российских научно-исследовательских глубоководных аппаратов “Мир”.

Пробыв более трех часов в полной изоляции на дне Марианской впадины, он сравнил свое путешествие с посещением другой планеты. Как сообщили в Национальном географическом обществе США, в результате погружения открыты новые виды подводных животных и растений. Многомиллионные затраты на организацию экспедиции оплатили Дж. Кэмерон, компания “Ролекс” (“Rolex”) и телеканал “National Geographic”. “Я думаю, что создание еще одного “Аватара” послужит... хорошей природоохранной акцией, так как будет пропагандировать необходимость защиты окружающей среды и создания устойчивого мира”, – отметил Дж. Кэмерон.

Напомним, что до Дж. Кэмерона 23 января 1960 г. на

дне Марианской впадины побывал швейцарский инженер и океанограф Жак Пикар (Jacques Piccard, 1922–2008) вместе с лейтенантом ВМС США Доном Уолшем (Don Walsh) на батискафе “Триест” (“Trieste”). Погружение продолжалось 4 ч 48 мин. На этой глубине, где чудовищное давление в 108,6 МПа (в 1100 раз боль-

ше атмосферного) сплюсчивает все живое, они провели около 20 мин и сделали важнейшее океанологическое открытие: увидели, как мимо иллюминатора проплывают две 30-см рыбки, похожие на камбалу. До этого считалось, что на глубинах, превышающих 6 тыс. м, никакой жизни не существует. Подъем занял 3 ч

15 мин (Земля и Вселенная, 2009, № 2, с. 48–49). После них никто из людей не спускался в Мариинскую впадину, хотя беспилотные исследовательские аппараты на дистанционном управлении посещали эти невероятные глубины.

Пресс-релиз
ИТАР-ТАСС,
27 марта 2012 г.

Информация

Самая подробная карта поверхности Марса

Американская АМС “Марс Одиссей”, запущенная 7 апреля 2001 г., установила рекорд длительности работы на околомарсианской орбите – более 10 лет (24 октября 2001 г. она вышла на орбиту Марса; Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2002, № 3, с. 26). Таким образом, превзойден рекорд ИСМ “Марс Глобал Сервейер”, функционировавшего на околомарсианской орби-

те с 11 сентября 1997 г. по 2 ноября 2006 г.

За последние 10 лет благодаря открытиям АМС “Марс Одиссей” наши представления о Марсе существенно изменились. В состав научных приборов вошли камера для многоспектральной съемки поверхности Марса THEMIS, гамма-спектрометр GRS, детектор нейтронов высоких энергий HEND и нейтронный спектрометр NS. Детектор HEND созданный в ИКИ РАН, исследовал возможные места залегания водяного льда и анализировал элементный состав поверхности. С помощью аппаратуры MARIE регистрировалась радиационная обстановка на трассе полета и на орбите спутника Марса. Российский прибор

HEND обнаружил водяной лед на Марсе еще в марте 2002 г. (Земля и Вселенная, 2003, № 6, с. 110–111).

В 2011 г. на основе 21 тыс. снимков, сделанных работающей в ИК-диапазоне камерой THEMIS, в США составлена самая подробная карта поверхности Марса. В Интернете на сайте <http://jmars.mars.asu.edu/mars> можно увидеть мозаику поверхности этой планеты с разрешением 100 м на пиксель и даже крупнее. Кроме того, там размещены карты рельефа Марса (по данным “Марс Глобал Сервейер”), шероховатости его поверхности, элементного состава и другие.

Пресс-релиз NASA/JPL,
2011 г.

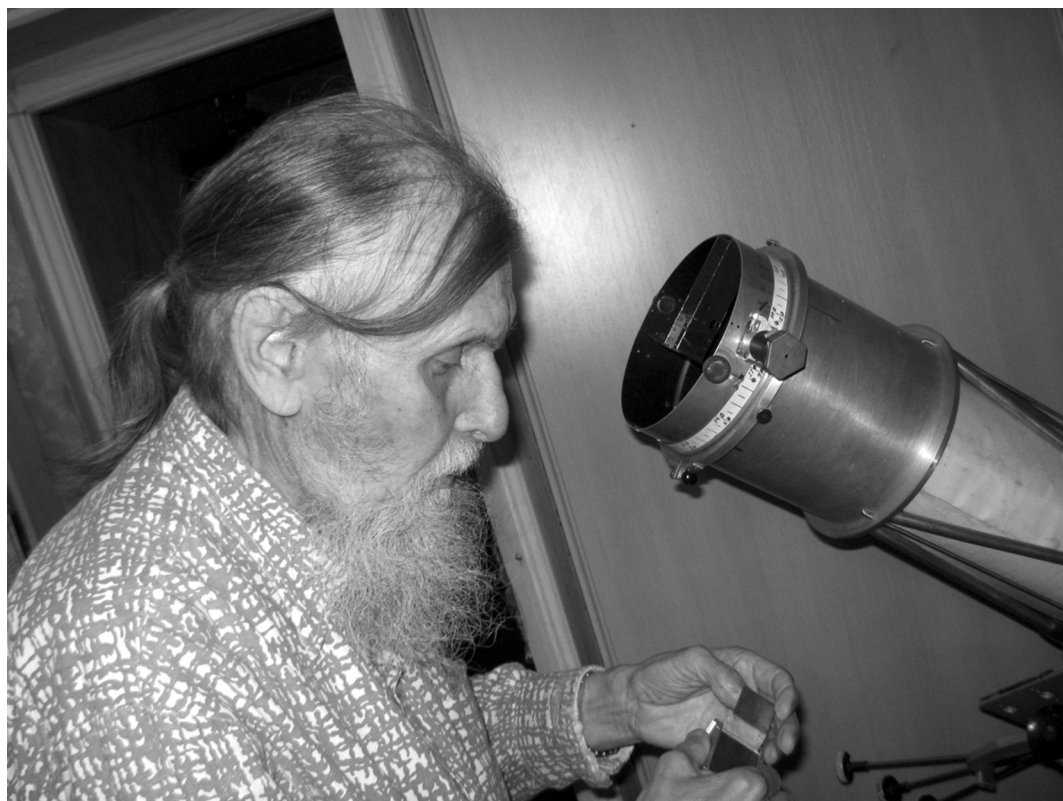
Слово об учителе

Есть в Рязани уникальный любитель астрономии – Сергей Борисович Александров. Уже более сорока лет он занимается фотографированием объектов дальнего космоса. Туманности, скопления, галактики – все

доступно его пытливому взору.

Сергей Борисович Александров родился в 1925 г. в г. Одессе. В Рязани живет с 1956 г. Окончил московский Всесоюзный заочный политехнический инсти-

тут. Работал на заводе Счетно-аналитических машин, прошел путь от простого инженера до заведующего сектором. Занимался разработкой печатающих устройств. С 1985 г. – на пенсии.



Любитель астрономии С.Б. Александров у своего телескопа. 2011 г.

Зеркальный телескоп-рефлектор С.Б. Александров построил своими руками в далеком 1969 г. Расчет оптики, вытачивание зеркал, шлифовка, полировка, сложная механика телескопа – все этапы самодельного телескопостроения выполнены “без сучка, без задоринки”. Диаметр главного зеркала телескопа – 140 мм, фокусное расстояние – 931 мм, поле зрения – $1,5 \times 1,5^\circ$. Фотографирование велось в главном фокусе телескопа. На даче в районе Божатково стоит самодельная двухэтажная обсерватория с вращающимся на колесиках куполом. Система из четырех распорных тележек устойчива за счет собственной упругости. Чтобы получать качественные фотографии звездного неба, приходилось делать выдержки, длящиеся более часа. При этом необходимо точное гидирование: наблюдалась близкая к нужному объекту звезда и за ней производилась качественная “слежка”, чтобы она все время оставалась в перекрестии. При этом, конечно, требовались устойчивое положение, хорошая экваториальная монтировка и часовой механизм с электрическим приводом. Все это С.Б. Александров сделал самостоятельно.

Ночи напролет он проводил свои фотографические поиски. Ему удалось собрать богатый материал по объектам даль-



Зеркальный телескоп-рефлектор ($D = 140$ мм, $F = 931$ мм), изготовленный С.Б. Александровым в 1969 г.

него космоса. Звездные скопления (рассеянные и шаровые), туманности (диффузные и планетарные), далекие звездные системы галактики – чего только не увидишь в его фотографической коллекции! Участвовал

Сергей Борисович и в экспедициях в Крым и Узбекистан, где наблюдал кометы. Профессиональные наблюдения комет проводились совместно с Тимуром Крячко и Николаем Степановичем Черных.

В 1968 г. С.Б. Александров участвовал в экспедиции в Западную Сибирь, поселок Юргамыш, где 22 сентября наблюдал полное солнечное затмение. Возглавлял эту экспедицию корифей рязанской астрономии, доктор технических наук, директор станции наблюдений искусственных спутников Земли Рязанского пединститута Василий Иванович Курышев. В поездке участвовали также студенты и специалисты по атмосферной оптике. Место для работы экспедиции выбрал лично Сергей Борисович: он указал на карте на пересечение железнодорожной ветки и полосы полного затмения в промежутке между двумя станциями. В экспедиции он встретился с французами, американцами, московскими специалистами из ИЗМИРАН. Француз Мариус Ляфинер фотографировал солнечную корону через фильтр переменных плотностей. Московский астроном профессор Г.М. Никольский из ИЗМИРАН специально для затмения разработал двухлопастную фигуру. Корона фотографировалась через вращающиеся лопасти, которые служили своеобразным фильтром.

Мне удалось побывать у Сергея Борисовича на даче в сентябре 1988 г., еще будучи рязанским школьником. Небо за городом было отменное, сверкали бесчисленные



Рассеянное шаровое скопление М37 в созвездии Возничего. Фото С.Б. Александрова.

звезды, вырисовывалась полоса Млечного Пути. Помнится, искали мы (рязанские ученики старших классов Андрей Алёшин, Дмитрий Савельев и я, Алексей Пахомов) его дачу самостоятельно, на ощупь передвигаясь по шпалам железной дороги и высматривая светящийся купол. С первого раза обсерваторию мы не нашли, но на другой день, уже при свете дневного светила отыскать “таинственный объект” нам все-таки удалось. Удалось и поучаствовать в настоящих, можно сказать, астрономических наблюдениях. А посмотреть было на что. В сентябре 1988 г. происходило великое противостояние Марса (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 13–18). Только во время таких проти-

востояний, которые повторяются через 15–17 лет, можно что-то разглядеть на поверхности Красной планеты. Кроме Марса мы наблюдали и другие объекты. Особенно запомнилось шаровое скопление М13 в Геркулесе – в телескоп оно выглядело превосходным. Объект этот я умел находить и раньше. А тут взору предстало не просто туманное пятнышко, а невообразимая цепочка из искрящихся огоньков на краю концентрированного комочка. “Главное – как смотреть, всегда поможет эффект бокового зрения, оно более чувствительно к слабому свету”, – учил Сергей Борисович. Удалось мне тогда выполнить самостоятельно наблюдения с помощью телескопа мэтра. Используя

атлас звездного неба, я отыскал несколько рассеянных звездных скоплений в Возничем. Одним словом, наблюдения оставили неизгладимое впечатление.

О своих наблюдениях, обсерватории, методиках фотографирования и экспедициях Сергей Борисович писал в 1980-х гг. в журнале “Земля и Вселенная” (1983, № 5). Там же он опубликовал свои авторские расчеты для учета эффекта атмосферной рефракции (Земля и Вселенная, 1996, № 6), рассказал о поездке на гору Майданак в Узбекистан на наблюдения кометы Галлея. Его фотография двойного

рассеянного скопления χ и h Персея также была опубликована (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

По сей день Сергей Борисович продолжает мастерить механические приспособления для астрономических наблюдений. Недавняя работа – переходник для фотографирования цифровым фотоаппаратом через зрительную трубу.

Я считаю Сергея Борисовича своим учителем. Им сделаны великолепные астрономические фотографии, а полезные советы и увлекательные рассказы послужили мне путеводным лучом в бесконечное царство неба. В августе 2011 г. мне уда-

лось побывать в Одессе, “у самого Черного моря”, и своими глазами увидеть дом, где родился С.Б. Александров: ул. Короленко, 34 (ныне Софиевская). По словам Сергея Борисовича, вначале он был одноэтажным, потом его перестроили и сделали трехэтажным. Место это знакомо любому одесситу. Ведь именно там расположен Одесский университет с многочисленными мемориальными досками в честь известных ученых, стоит памятник знаменитому Дюку Ришелье, красуется Потемкинская лестница.

АЛЕКСЕЙ ПАХОМОВ

Информация

Космическая археология

Доктор Бьерн Мензе из Массачусетского технологического института и профессор Джейсон Ур из Гарварда разработали компьютеризированный метод обнаружения древних поселений по спутниковым снимкам. Они нашли с их помощью сеть городов на территории современной Сирии. Для поиска поселе-

ния Древней Месопотамии на территории в 23 тыс. км² археологи, во-первых, использовали фотографии из космоса в разных диапазонах длин волн, чтобы обнаружить артрозоли – почвы, сформированные в результате деятельности человека и отличающиеся цветом и повышенным содержанием органических веществ. Данные обрабатывались автоматически с помощью программы, написанной специалистом по идентификации различных особенностей на снимках Б. Мензе. Во-вторых, ученые использовали карту рельефа, созданную в рамках программы «Радарная топографическая миссия “Спейс Шаттла”» (Shuttle

Radar Topography Mission), выполненной в феврале 2000 г. во время полета КК “Индевор” (STS-99; Земля и Вселенная, 2000, № 5, с. 64–67). Анализируя объем возвышения ландшафта, ученые делали вывод о продолжительности существования поселения.

Полученная карта содержала около 14 тыс. предполагаемых поселений, возникших на исследуемой территории на протяжении 8 тыс. лет. Удалось обнаружить крупные поселения на территории Саудовской Аравии, Сирии, Камбоджи и других стран.

Пресс-релиз
Гарвардского университета,
21 марта 2012 г.

Землетрясения в Республике Тыва

27 декабря 2011 г. и 26 февраля 2012 г. в Республике Тыва произошло два сильных землетрясения. Они возникли в одной эпицентральной области, в 100 км восточнее Кызыла, и имели близкие координаты эпицентра, глубины очагов (10–15 км) и магнитуды $M = 6,7$ и $M = 6,8$ соответственно. Эпицентр землетрясения 26 февраля 2012 г. располагался в 15 км к юго-востоку от эпицентра 27 декабря 2011 г. Очаги расположены в центральной части Восточно-Тувинского нагорья в районе хребта Академика Обручева.

Уникальность произошедших явлений состоит в том, что в течение короткого промежутка времени (два месяца) практически в одной точке произошло два события с одной и той же энергией. Это свидетельствует о нетривиальности процессов накопления и разрядки напряжений и о сложном взаимодействии этих процессов с геологической структурой земной коры.

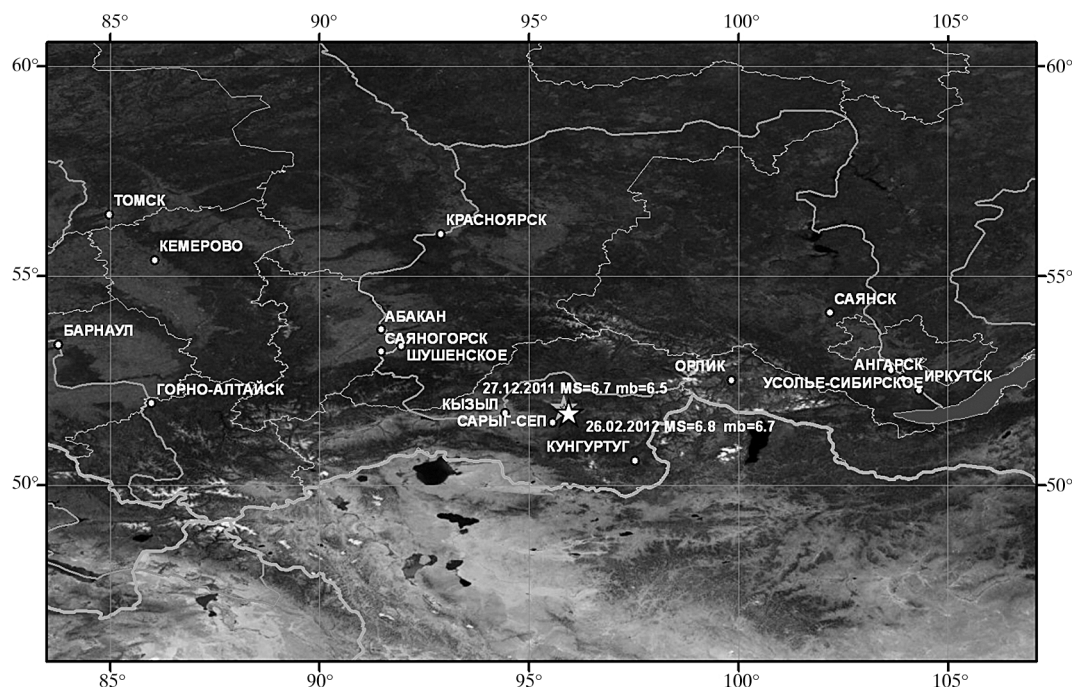
Отголоски землетрясения ощутили в Красноярском крае, на Алтае, в Хакасии и Томской области. По данным ГС РАН, землетрясение 27 декабря 2011 г. ощущалось в Орлике, Кемерово силой 3–4 балла, в Усть-Каменогорске и Красноярске – 3 балла, в Иркутске и Ангарске – 2–3 балла по шкале МСК-64. Землетрясение 26 февраля 2012 г. ощущалось в Сарыг-Сепе силой

6–7 баллов, в Кызыле – 6, в Орлике – 4, в Красноярске, Иркутске – 3–4, в Ангарске, Усолье-Сибирском и Саянске – 2–3, в Барнауле – 2 балла. Землетрясения сопровождались мощной серией афтершоков. Вот как описывают очевидцы из Сарыг-Сепе эффект от землетрясения 26 февраля 2012 г.: *“Сегодня в селе Сарыг-Сепе был сильный подземный толчок, я предполагаю не менее 6 баллов. Штукатурка отваливалась с потолка. Деревья, расположенные на склонах ближайших гор, шатались, снег осыпался с них, в итоге ели и сосны стоят голые! Подземный гул проходит через село разной интенсивности, это говорит о том, что село находится недалеко от эпицентра землетрясения!”*

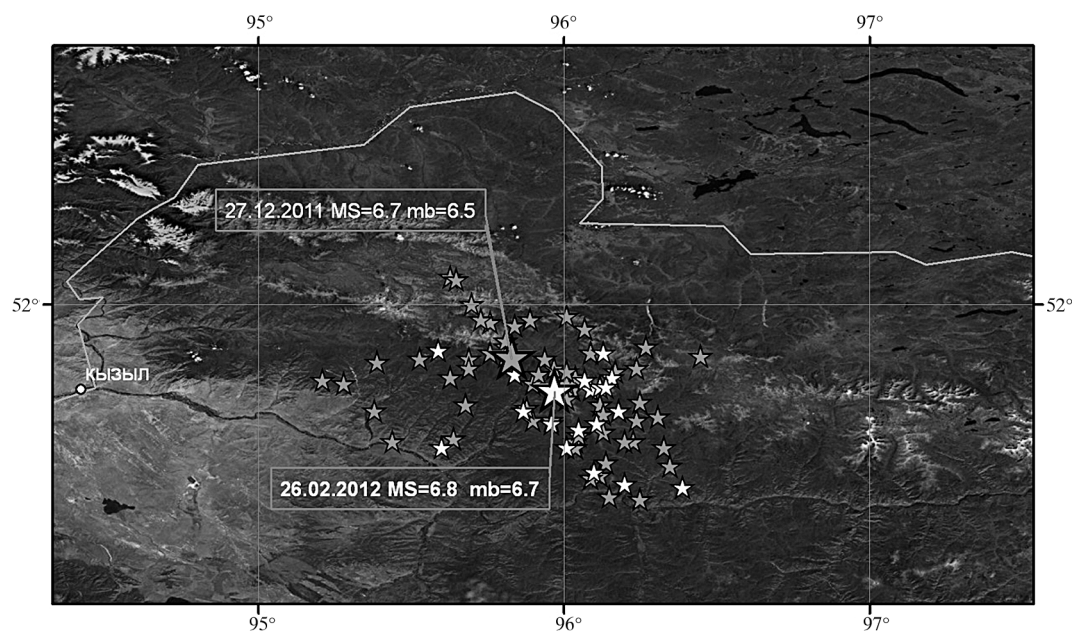
Землетрясения 27 декабря 2011 г. и 26 февраля 2012 г. произошли в сейсмически активном регионе, в зоне Каахемского разлома. На карте общего сейсмического районирования ОСР-97-А этот район относится к 8-балльной зоне сотрясений. Здесь исторически известны сильные землетрясения, назовем наиболее значительные из них. Землетрясение 27 мая 1991 г. с $M = 4,9$ на территории Монголии, ощущавшееся в отдельных населенных пунктах Тывинской АССР силой 3–4 балла. Бусингольское землетрясение 27 декабря 1991 г. с $M = 6,5$ – одно из сильнейших за период

инструментальных наблюдений в восточной части региона Бусингол, вблизи границы с Монголией. Оно ощущалось на значительной площади, включающей Тывинскую АССР, часть Иркутской области, Красноярского края и Монголии. Землетрясение сопровождалось мощной серией афтершоков. Агинское землетрясение 27 октября 2000 г. – в верховьях реки Канн, примерно в 200 км к юго-востоку от Красноярска, ощущавшееся по всему югу края с интенсивностью от 2 до 6–7 баллов. Недавние сильные землетрясения произошли 16 августа 2008 г. и 4 августа 2009 г. По данным Службы срочных донесений Геофизической службы РАН, эпицентр первого землетрясения ($M = 5,4$) располагался на границе России с Монголией, на территории Иркутской области. Его интенсивность достигала 5–6 баллов (Орлик – 5–6 баллов, Иркутск – 3–4). Эпицентр второго землетрясения ($M = 5,4$) находился в 50 км к северо-западу от Кунгуртуга, ощущался в Республике Тыва силой не выше 4 баллов.

Землетрясения на территории Тывы связаны с коллизией двух тектонических плит – медленным движением индийской плиты вглубь евразийской. Неоднородный по своему составу коллизийный пояс – область литосферы Азии, в которую “въезжает” Индия, – постоянно де-



Эпицентры землетрясений в Тыве отмечены звездочками: светлая – 27 декабря 2011 г. и крупная темная – 26 февраля 2012 г.



Карта афтершоков тывинских землетрясений с магнитудой более 3,5: 27 декабря 2011 г. (темные звездочки) и 26 февраля 2012 г. (светлые звездочки). Эпицентры землетрясений отмечены крупными звездами. По состоянию на 29 февраля 2012 г.

формируется, образуя горные системы.

Тывинские землетрясения напомнили о том, что в горах Западного Саяна и хребта Академика Обручева на фоне слабой сейсмичности возникают крупнейшие землетрясения. В такой ситуации для прогноза землетрясений важно изучать сейсмичность района по землетрясениям малых энергий. На сегодняшний день в регионе ведется представительная регистрация землетрясений с седьмого энергетического класса. Необходимо для данного района увеличивать число станций для изучения сейсмического процесса на уровне пято-четвертого энергетических классов. Данные о слабых сейсмических событиях позволят развить представление о происходящих тектонических процессах и начать прогнозные исследования.

Землетрясения сопровождались многочисленными афтершоками. На карте афтершоков они представлены землетрясениями с магнитудой более 3,5 (по состоянию на 29 февраля 2012 г.). После землетрясения 27 декабря 2011 г. власти Тывы ввели режим чрезвычайной ситуации регионального характера на территории всей республики. По данным сетевого информационного агентства "Тува-онлайн", в результате землетрясения на территории Республики Тыва без света остались девять населенных пунктов и часть города Кызыла, в общей сложности более 10 тыс. человек. Энергетики Тывы сработали оперативно и подключили всех потребителей в течение 20 мин.

По инициативе МЧС в феврале 2012 г. в Абакане было проведено совещание с участием руководства Республик Хакасия,

Тыва, Алтай, представителей Российской академии наук, Росгидромета, строительных организаций, посвященное ликвидации последствий землетрясения. Принято решение выделить на восстановление жилья в пострадавших районах более 400 млн руб., а также создать центр оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации в Кызыле и развить сейсмическую сеть.

Параметры землетрясений и их афтершоков представлены на информационном сервере ГС РАН (<http://www.ceme.gsras.ru>).

О.Е. СТАРОВОЙТ,

кандидат физико-математических наук

Л.С. ЧЕПКУНАС,

кандидат физико-математических наук

М.В. КОЛОМИЕЦ

г. Обнинск

Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина

Литературный редактор О.Н. Фролова

Оператор ПК Н.Н. Токарева

Корректор Г.В. Печникова

Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 02.05.2012. Подписано в печать 14.06.2012. Формат бумаги 70 × 100^{1/16}
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 3,9 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 415

Зак. 333

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство "Наука"

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

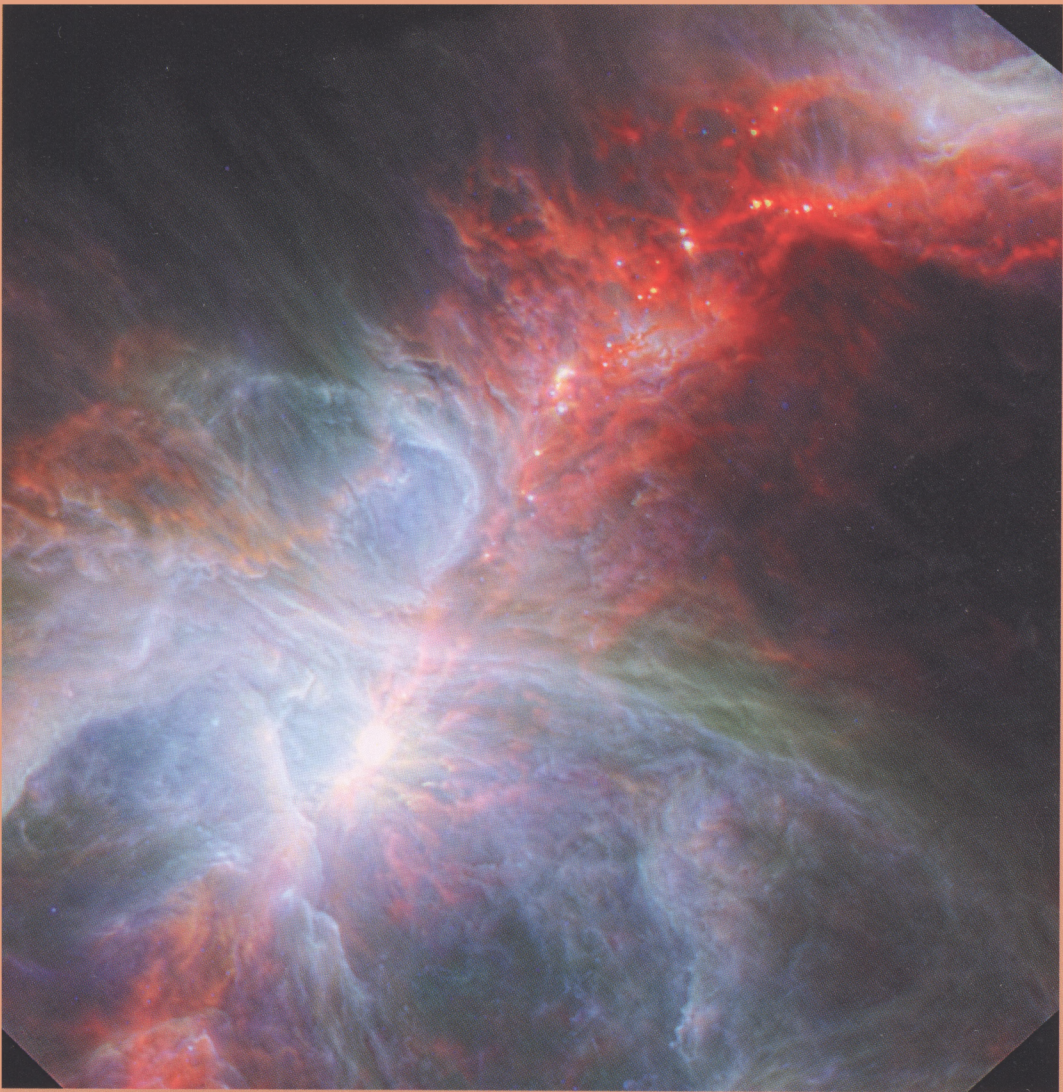
Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

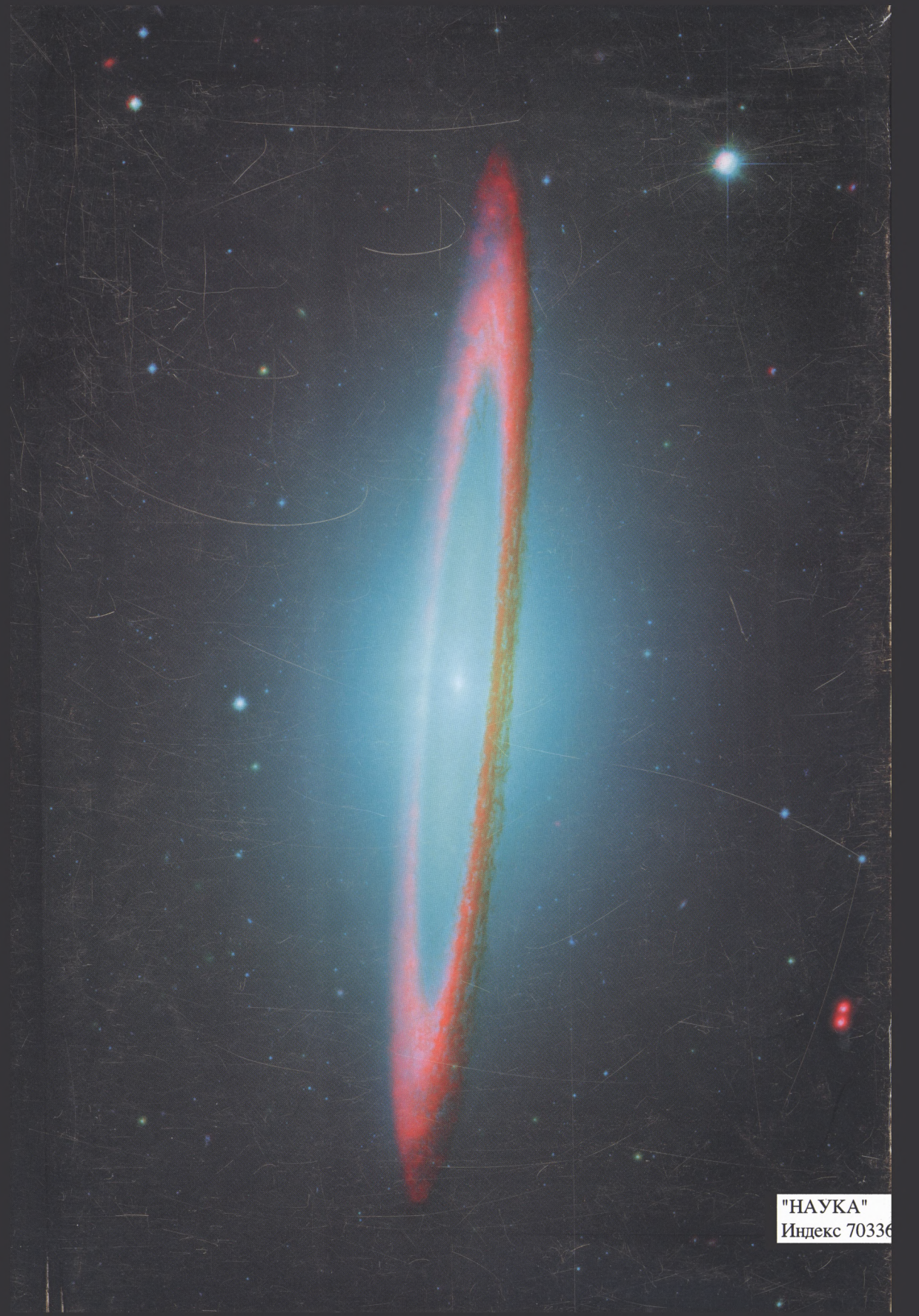
E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ "Наука" РАН

Отпечатано в ППП "Типография "Наука",

121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336